

Aluizio Borém
Pedro Luiz Scheeren

TRIGO

do plantio à colheita



TRIGO

do Plantio à Colheita

Universidade Federal de Viçosa

Reitora Nilda de Fátima Ferreira Soares

Vice-Reitor Demetrius David da Silva

Pró-Reitor de Extensão e Cultura Clóvis Andrade Neves

Diretor da Editora UFV Clóvis Andrade Neves

Conselho Editorial Célia Alencar de Moraes
(Presidente), Antônio Lelis Pinheiro,
Clóvis Andrade Neves, Débora
Carneiro Zuin, Ítalo Itamar Caixeiro
Stephan, Marco Aurélio Marques
Ferreira, Marcos Ribeiro Furtado,
Mauri Martins Teixeira e Rita de
Cássia Pereira Farias

A Editora UFV é filiada à



Associação Brasileira das Editoras
Universitárias



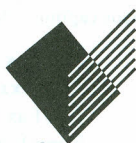
Asociación de Editoriales Universitarias
de América Latina y el Caribe

Aluízio Borém
Pedro Luiz Scheeren

Editores

TRIGO

do Plantio à Colheita



editora
UFV

Universidade Federal de Viçosa
2015

© 2015 by Aluizio Borém e Pedro Luiz Scheeren

Direitos de edição reservados à Editora UFV.

Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, apropriada e estocada, por qualquer forma ou meio, sem autorização escrita e prévia do detentor dos seus direitos de edição.

Impresso no Brasil

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV

T828	Trigo : do plantio à colheita / editores Aloísio Borém, Pedro Luiz Scheeren. - Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015.
2015	260 p. : il. ; 22 cm.
	ISBN: 978-85-7269-522-0
	Inclui referências.
	1. Trigo – Cultivo. 2. Colheita. I. Borém, Aluizio. II. Scheeren, Pedro Luiz. III. Título.
	CDD 22.ed. 635.652

Capa: Miro Saraiva

Revisão linguística: Ana Maria de Gouveia Almeida

Editoração eletrônica: José Roberto da Silva Lana

Impressão e acabamento: Divisão Gráfica da Editora UFV

- A não citação de fonte em tabelas e figuras indica que os detentores dos seus direitos autorais patrimoniais são os autores dos respectivos capítulos desta obra.

Editora UFV

Edifício Francisco São José, s/n
Universidade Federal de Viçosa
36570-900 Viçosa, MG, Brasil
Tels. (0xx31) 3899-2220/3139
E-mail: editora@ufv.br

Pedidos

Tel. (0xx31) 3899-2234
Tel./Fax (0xx31) 3899-3113
E-mail: editoraorcamento@ufv.br
editoravendas@ufv.br
Livraria Virtual: www.editoraufv.com.br

Este livro foi impresso em papel offset 90 g/m² (miolo) e cartão supremo 250 g/m² (capa).

Apresentação

O trigo é uma das principais culturas alimentares cultivada em uma gama de ambientes e regiões geográficas. Na atividade econômica, dá suporte a diversas ramificações industriais, contribuindo para a geração de valor agregado e de postos de trabalho. Seu rendimento no Brasil vem aumentando expressivamente, passando de 739 kg/ha na década de 1950 para 2.495 kg/ha em 2013. A evolução da relação oferta e demanda demonstra a potencialidade da triticultura nacional para ofertar as quantidades necessárias ao abastecimento. A área potencial para sua produção é imensa, podendo alcançar mais de cinco milhões de hectares, contribuindo para a sustentabilidade dos sistemas de produção e para o suprimento da demanda.

Este livro discorre sobre todas as etapas essenciais à implantação de uma lavoura produtiva e sustentável de trigo, descrevendo os mais recentes avanços e tecnologias aplicadas a esta cultura. É dedicado a agrônomos, extensionistas e alunos dos cursos de Agronomia. Escrito por renomados autores, aborda desde o preparo do solo, o plantio, manejo da cultura até a fase de colheita do trigo no Brasil.

Os editores.

Prefácio

É uma honra, para nós da Embrapa Trigo, poder participar desta iniciativa editorial da Universidade Federal de Viçosa (UFV), a publicação do livro **TRIGO: DO PLANTIO À COLHEITA**, pois, indubitavelmente, esta obra auxilia o cumprimento da nossa missão institucional, que, em síntese, é viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) na cadeia produtiva do trigo e de outros cereais de inverno para a competitividade e sustentabilidade da agricultura em benefício da sociedade brasileira.

Este livro, com capítulos sobre temas específicos e assinados por renomados pesquisadores, embasados em conhecimentos e tecnologias consolidados pelo uso nos sistemas de produção de trigo no Brasil, veio para preencher lacuna identificada pela Editora UFV no tocante a obras orientadas para a formação de estudantes de ensino médio e universitários, sendo útil também para assistentes técnicos e agricultores que buscam informações sobre o cultivo deste cereal no país.

Ainda que não se exclua a necessidade de consulta a outras obras mais completas, caso do livro **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável** lançado pela Embrapa Trigo em 2011, nem dispensando as atualizações anuais da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, o **Trigo: do Plantio à Colheita**, já tem assegurado lugar de destaque na bibliografia contemporânea sobre trigo no Brasil, pela originalidade dos conteúdos, pela qualidade dos autores ou pelo esmero editorial que costumeiramente dispensa a Editora UFV às suas publicações.

Em 11 capítulos, o livro apresenta o melhor em termos de informação sobre trigo no Brasil, começando com um panorama sobre a produção mundial de trigo e a inserção do país nesse contexto, tanto como consumidor/importador quanto produtor/exportador deste cereal. Depois, vêm as informações botânicas e os descritores fenotípicos usados operacionalmente pelos serviços de registro e proteção de cultivares, ou seja, manejo de cultivo, envolvendo preparo de solo e tecnologia de semeadura, escolha de cultivares, manejo da

irrigação e manejo integrado de plantas daninhas, pragas e doenças, finalizando com a colheita e secagem até o beneficiamento e armazenagem dos grãos.

Neste momento da história da triticultura nacional, em que se renovam os compromissos para a expansão do trigo no bioma Cerrado, temos q certeza de que este livro vai ser irradiador de informação e forte aliado no trabalho da Embrapa Trigo, visando à consolidação do trigo como cultura economicamente viável na região de clima tropical do Brasil. Cabe-nos, então, agradecer a todos pelo trabalho realizado e exaltar, especialmente, a competência dos editores Aluizio Borém, professor da UFV, e Pedro Luiz Scheeren, pesquisador da Embrapa Trigo, responsáveis pela transformação do projeto do livro **TRIGO: DO PLANTIO À COLHEITA** em obra concreta e acabada.

Sergio Roberto Dotto

Chefe-Geral da Embrapa Trigo

Sumário

1. Aspectos econômicos da produção e utilização	11
2. Botânica, morfologia e descrição fenotípica	35
3. Necessidades edafoclimáticas	56
4. Preparo do solo e plantio	73
5. Cultivares	91
6. Adubação	120
7. Irrigação.....	142
8. Manejo e controle de plantas daninhas	169
9. Manejo de insetos-praga	185
10. Manejo de doenças	203
11. Colheita	237

ASPECTOS ECONÔMICOS DA PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO

1

Claudia De Mori¹

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é uma das principais culturas alimentares, cultivado em uma gama de ambientes e regiões geográficas. Possui grande relevância na dieta alimentar por sua qualidade e quantidade de proteínas e por sua variedade de produtos derivados. Na atividade econômica, o cereal dá suporte a diversas ramificações industriais, contribuindo para a geração de valor agregado e de postos de trabalho.

O cereal ocupa mais de 17,0% da terra cultivável do mundo, aproximadamente 30% da produção mundial de grãos, e constitui cultura importante na composição de sistemas de produção agrícola sustentáveis, como alternativa para sucessão e rotação em sistemas de produção, contribuindo para o manejo integrado de pragas, doenças e invasoras.

Este capítulo tem por objetivo analisar aspectos relacionados à cultura do trigo, sua dinâmica de produção no mundo e no Brasil, bem como fornecer informações gerais de origem e uso do cereal e dinâmica de oferta e demanda.

¹ Engenheira-Agrônoma, Dra. em Engenharia de Produção e Pesquisadora da Embrapa Trigo. E-mail: claudia.de-mori@embrapa.br

Origem e Uso do Trigo

A origem e o cultivo do trigo (*Triticum* sp.) estão intrínsecos na história e evolução da humanidade. Segundo Silva et al. (1996), acredita-se que o trigo seja originário de gramíneas silvestres que se desenvolveram nas proximidades dos rios Tigre e Eufrates (Ásia), no período 10.000 a 15.000 a.C. Segundo Mazoyer e Roudart (2010), os primeiros relatos sobre trigo-einkorn (*Triticum monococum*) e trigo-amidoreiro (*Triticum dicoccum*), completamente domesticados, datam de 9.500 a.C.

Informações sobre o primeiro pão vêm da Idade da Pedra, por habitantes de um lago suíço, há mais de 8.000 anos, e o pão de massa fermentada é atribuído aos egípcios há 5.000 anos (GREAT PLAINS WHEAT, 197-). Já a origem do macarrão tem várias hipóteses: cientistas, baseados em achados arqueológicos, atribuem sua invenção aos chineses há 4.000 anos; outros dizem que ele surgiu na Palestina, na Antiguidade, e há ainda os que afirmam que os gregos foram os primeiros a consumi-lo (DE VITA, 2009).

O trigo chegou às Américas com os conquistadores europeus. No Brasil, por deduções feitas a partir de citações de Carmo (1911), atribui-se a Martim Afonso de Souza a introdução do trigo no país, em 1534, na capitania de São Vicente. Bayma (1960) relata que havia aqui muitos triticultores por volta de 1680 e que o Brasil foi o primeiro país americano a exportar o cereal.

O trigo apresenta amplo uso na alimentação humana, como na forma de farinha ou grão laminado para a produção de produtos forneados (pães, biscoitos, tortas, bolos, etc.); para a produção de massas (massas seca, fresca e *noodles*); como agente espessante em molhos, sopas, pudins e recheio de tortas; e para a composição de cereais matinais (laminados ou extrusados). O cereal também tem aplicações em produtos não alimentícios (misturas adesivas e colas, fármacos, cosméticos, álcool etc.), bem como na alimentação animal, na forma de forragem (pastejo direto), e na composição de ração ou como alimentação direta.

Outros derivados de destaque podem ser citados: gérmen de trigo (uso na alimentação e na produção de antibióticos, vitaminas, cosméticos etc.); amido de trigo (utilizado industrialmente em misturas

para a impressão ou pintura, agentes surfactantes e de acabamento têxtil, plásticos biodegradáveis para a composição de embalagens, de espumas e de isolamentos, cosméticos, produtos farmacêuticos, cola, processo de jateamento de amido para a retirada de pinturas etc.); furfural (solvente químico utilizado na refinação de minerais e para a elaboração de resina); glúten (para elaboração de agentes surfactantes, adesivo, ácido glutâmico e glutamato monossódico, embalagens comestíveis ou solúveis, revestimentos comestíveis, polímeros e resinas, substitutos de carne etc.); etanol elaborado a partir de grãos, de palha e, ou, de farelo de trigo; cerveja de trigo (tipo *weissbeir*); maca de gato; ração para aquicultura; aglomerado de palha e compósitos de palha de trigo.

Produção Mundial de Trigo

Na década de 1990, o trigo era o cereal de maior área de cultivo e de maior produção no mundo. A partir da segunda metade da década de 1990, a produção de milho superou a produção de trigo. No período 2010-2012, o trigo representou 31,1% e 26,7% da área cultivada e da produção mundial de cereais², respectivamente.

A Tabela 1.1 apresenta dados sobre a dinâmica mundial da produção e de mercado de trigo com base em dados da USDA (2014). Ao longo dos anos, a área colhida de trigo oscilou de 204,0 a 239,0 milhões de hectares. Nas décadas de 1960 e de 1970, observou-se crescimento da área plantada, que alcançou, na safra de 1981/1982, 238,9 milhões de hectares. A partir da década de 1980, houve queda na área colhida até começo de 2000 e uma leve tendência de aumento nos anos seguintes, com taxa anual de crescimento de 0,6% nas safras de 2003/2004 e 2013/2014.

² Valores calculados pela autora com base em dados de FAO, 2014, considerando a produção de trigo, milho, arroz, cevada, sorgo, milheto, aveia, centeio, triticale, trigo sarraceno, fonio, alpiste, quinoa, amaranto e outros cereais de importância para locais específicos.

Tabela 1.1 - Evolução da área, do rendimento, da produção, do consumo, exportação e estoque final de trigo no mundo, nas décadas de 1960, 1970, 1980, 1990 e 2000 e no período de 2009 a 2013

Ano	Área colhida (milhões ha)	Rendimento (kg.ha ⁻¹)	Produção (milhões t)	Consumo (milhões t)	Exportação (milhões t)	Estoque final (milhões t)	Relação Estoque final/ consumo
1960/1969*	212,5	1.256	267,5	262,9	52,4	84,8	32,2
1970/1979*	221,0	1.676	371,1	367,1	66,3	98,7	26,7
1980/1989*	229,8	2.134	489,3	484,8	99,3	147,0	30,3
1990/1999*	221,3	2.569	568,3	558,1	105,1	179,7	32,1
2000/2009*	216,6	2.819	611,4	609,4	116,0	164,7	27,1
2009/2010	225,4	3.048	687,0	651,0	137,0	202,3	31,1
2010/2011	217,1	3.005	652,4	654,1	133,1	199,0	30,4
2011/2012	221,2	3.151	697,3	688,8	157,8	198,9	28,9
2012/2013	215,6	3.044	656,2	686,1	137,8	175,8	25,6
2013/2014**	219,6	3.240	711,4	699,3	156,9	182,8	26,1
2009/2013*	219,8	3.098	680,8	675,87	144,5	191,8	28,4

Fonte: adaptada de USDA, 2014. * Média anual do período calculada pela autora. ** Estimativa.

O rendimento do cereal aumentou expressivamente, passando de 1.256 kg/ha/ano, na década de 1960, para 3.098 kg/ha/ano no período de 2009 a 2013. O maior rendimento médio mundial, de 3.240 kg/ha, foi registrado na safra de 2013/2014. Com base em dados da FAO (2014), observa-se que países como a Bélgica (8.752 kg/ha/ano), a Holanda (8.660 kg/ha/ano), a Irlanda (8.381 kg/ha/ano), a Nova Zelândia (7.987 kg/ha/ano) e o Reino Unido (7.658 kg/ha/ano) apresentaram os maiores rendimentos médios registrados no período de 2003-2012³. Cabe ressaltar que no hemisfério norte, o uso preferencial é por materiais inverniais, de ciclo mais longo e semeado no outono. Esses materiais têm maior potencial de rendimento, devido a maior período de acumulação de reservas durante a fase vegetativa. No Brasil, os materiais são primaveris, com menor ciclo de cultivo⁴, ou seja, menor tempo para acúmulo de reservas e menor potencial de rendimento.

O aumento de rendimento em torno de 1,5% a.a.⁵, no período 2004-2013, acrescido de pequeno aumento anual de área, resultou em aumento de produção mundial, estimado em 711,4 milhões de t na safra 2013/2014. A produção de trigo concentra-se no hemisfério norte, em especial nos continentes asiático e europeu. Até a década de 1980, a Europa representava a maior área e produção de trigo no mundo. No entanto, a partir dos anos 1990, a Ásia passou a ocupar tal posição. No período de 2010-2012, os países asiáticos responderam por 46,6% da área e 45,3% do total produzido, seguidos pelos países europeus que foram responsáveis por 26,0% e 30,8%⁵, respectivamente. Em 2012, houve registro de cultivo de trigo em 126 países (FAO, 2014), ou seja, em mais da metade (53,2%).

No período de 2009-2013, os principais países/blocos produtores⁵ de trigo no mundo, responsáveis por mais de 60% da produção mundial, foram: União Europeia 28, China, Índia, EUA e Rússia (Tabela 1.2). Na União Europeia 28⁶, a França, a Alemanha e o Reino Unido representaram, aproximadamente, 55,0% da produção do

³ Valores calculados pela autora com base em dados de FAO, 2014.

⁴ O ciclo menor no Brasil decorre do menor período de horas de frio suficiente para o desenvolvimento e crescimento de cultivares primaveris e da necessidade de adequação aos diversos cultivos em apenas um ano. Em alguns casos, chegam a três lavouras.

⁵ Valores calculados pela autora com base em dados de USDA (2014).

⁶ Bloco de cooperação econômica formado por 28 Estados-membro pertencentes ao continente europeu.

bloco. Nesse período, a Índia, a China, a Rússia, os Estados Unidos, a Austrália e o Cazaquistão foram os países com maiores registros de área colhida, totalizando 55,8% do total. Observa-se que os rendimentos dos principais produtores têm ampla variação, oscilando de 1.828 kg/ha a 6.265 kg/ha⁵. Países como a Austrália e o Cazaquistão possuem grande área plantada, porém rendimentos médios inferiores a 1.900 kg/ha/ano.

Até o começo dos anos 1980, a antiga União Soviética era o grande produtor mundial de trigo (aproximadamente 24,0% da produção global⁵), seguida pelos Estados Unidos (13,0%), pela China (10,0%) e pela Índia (6,0%). A partir da safra de 1983/84, a China passou a ocupar o posto de maior produtor mundial de trigo. A produção norte-americana, após atingir 75,8 milhões de t, na safra de 1981/82 (USDA, 2014), maior registro do país, teve redução, sendo ultrapassada pela produção da Índia na década de 1990, que passou a ser o segundo maior produtor mundial de trigo a partir do ano 2000. Além da China e Índia, a Rússia, o Cazaquistão, a Ucrânia e o Paquistão vêm ampliando a produção do cereal nos últimos anos. Na América do Sul, o Paraguai e o Uruguai também têm ampliado o plantio do cereal. A produção brasileira corresponde a, aproximadamente, 0,8%⁷ da produção mundial e, nos últimos anos, tem se mantido estável, em torno dos 5,0 milhões de t.

O consumo mundial apresentou crescimento de 1,8% a.a.⁷ no período 2009-2013 e média anual de 675,9 milhões de toneladas consumidas⁷ (Tabela 1.1). Observa-se um descompasso entre consumo e produção, a qual teve taxa de crescimento de 1,0% a.a.⁸ no mesmo período. Tal descompasso pode ser ratificado pelo decréscimo das relações estoque final/consumo a partir do início dos anos 2000, que chegou a 21,1%⁸ na safra de 2007/2008, menor nível nos últimos 30 anos, e por uma relação consumo/produção ajustada de 99,2%⁸ no período 2009-2013. As boas produções alcançadas nas safras 2009/10, 2011/12 e 2013/14 e o menor consumo por causa da crise econômica a partir de 2008 aumentaram a relação estoque/consumo entre os anos 2009 e 2011, que alcançou 31,1%⁸ na safra 2009/2010 e foi de 28,4%⁸ no período de 2009 a 2013.

⁷ Valores calculados pela autora com base em dados de USDA, 2014.

⁸ Valores calculados pela autora com base em dados de USDA, 2014.

Tabela 1.2 - Área e produção de trigo, por país/bloco econômico, nas safras 2012/2013 e 2013/2014, e média e participação relativa de área e produção no período de 2009 a 2013

País/Bloco	Área (Milhões de hectares)				Produção (Milhões de t)			
	12/13	13/14**	09-13*	%*	12/13	13/14**	09-13*	%*
União Europeia	26,0	25,8	25,9	11,8	133,9	143,1	138,3	20,3
China	24,2	24,3	24,3	11,0	121,0	121,0	117,9	17,3
Índia	29,7	29,4	28,9	13,2	94,9	92,5	87,1	12,8
Estados Unidos	19,8	18,3	19,2	8,7	61,7	58,0	58,9	8,7
Rússia	21,3	23,5	23,6	10,7	37,7	51,5	49,8	7,3
Canadá	9,5	10,4	9,3	4,2	27,2	37,5	28,1	4,1
Austrália	12,8	13,5	13,5	6,2	22,5	26,5	25,6	3,8
Paquistão	8,7	8,7	8,9	4,0	23,3	24,0	24,0	3,5
Ucrânia	5,6	6,5	6,4	2,9	15,8	22,0	19,6	2,9
Turquia	7,8	7,7	7,8	3,6	15,5	18,0	17,6	2,6
Cazaquistão	12,4	12,5	13,2	6,0	9,8	15,5	15,0	2,2
Irã	7,0	7,0	6,9	3,1	14,0	14,5	14,1	2,1

Continua...

Tabela 1.2 - Cont.

País/Bloco	Área (Milhões de hectares)				Produção (Milhões de t)			
	12/13	13/14**	09-13*	%*	12/13	13/14**	09-13*	%*
Argentina	3,6	3,7	4,7	1,9	9,5	11,0	13,0	1,9
Egito	1,4	1,4	1,3	0,6	8,5	8,8	8,3	1,2
Marrocos	3,1	3,3	3,1	1,4	3,9	7,0	5,6	0,8
Outros	22,6	23,7	23,3	10,6	57,1	60,6	58,0	8,5
Total	215,6	219,6	219,8	100,0	656,2	711,4	680,9	100,0

Fonte: adaptada de USDA (2014). *Calculada pela autora. ** Estimativa.

A China, o país mais populoso do mundo, é o maior país consumidor: aproximadamente 125 milhões de toneladas por ano. No período de 2011 a 2013, a China (18,0%⁸), a Índia (12,3%⁸), a Rússia (5,1%⁸) e os Estados Unidos (5,1%⁸) apresentaram os maiores consumos mundiais (Tabela 1.3). Os países da União Europeia (28), agregadamente, representaram o segundo maior consumo, em torno de 17,7%⁸ do consumo mundial. Este grupo de países consumiu 58,2%⁸ da demanda mundial e produziu 66,4%⁸ da oferta global de trigo no período mencionado. O Brasil respondeu por 1,6% da demanda global no período de 2011-2013⁸.

A maior demanda do cereal destina-se à alimentação humana e, conforme se observa na Tabela 1.3, representou 79,8% do consumo mundial total⁸ no período de 2011 a 2013. O perfil de consumo diferencia-se por país, condicionado pela potencialidade regional de oferta de alternativas para alimentação animal e tradições produtivas. Na Oceania e na Europa, o uso de trigo para alimentação animal é expressivo. Na Coreia do Sul (52,8%⁸), na Tailândia (50,8%⁸), em Israel (50,0%⁸), na Austrália (49,5%⁸), no Canadá (47,5%⁸), na Bielorrússia (43,8%⁹) e no conjunto dos países da União Europeia 28 (43,2%⁹), o uso em alimentação animal e as perdas foram superiores a 40,0% no período de 2011-2013.

A quantidade mundial anualmente transacionada de trigo representou de 18,0 a 22,0%⁹ do total produzido e, no período de 2009 a 2013, o registro médio anual de exportações foi de 144,5 milhões de toneladas⁹ (Tabela 1.1). Dentre os cereais, o trigo foi o grão de maior comercialização entre países, representando 46,4% do total da quantidade transacionada de cereais¹⁰ entre 2009 e 2013. Nesse período, a taxa anual média de crescimento da quantidade exportada de trigo foi de 2,6% a.a.⁹. No período de 2009 a 2013, os principais exportadores mundiais de trigo foram⁹ EUA, União Europeia 28, Austrália, Canadá, Rússia, Cazaquistão, Ucrânia e Argentina, que juntos detiveram quase 90,0 % do mercado mundial, o que configura um elevado grau de concentração dos exportadores (Tabela 1.4).

⁹ Valores calculados pela autora com base em dados de USDA, 2014.

¹⁰ Valor calculado pela autora com base em dados de USDA, 2014, considerando a quantidade comercializada de trigo, arroz, aveia, centeio, cevada, milho, milheto e sorgo.

Tabela 1.3 - Consumo total, nas safras de 2011/12 a 2013/14, e consumo médio total, participação no consumo global e perfil de consumo (humano/industrial e alimentação animal/resíduo) no período de 2011 a 2013, dos principais países consumidores de trigo

País/Bloco	Consumo (milhões t)				Perfil do consumo (2011-2013)		
	11/12	12/13	13/14 **	2011-2013*	Participação consumo mundial (%)*	Consumo humano e industrial (%)*	Alimentação animal e resíduos (%)*
China	122,5	125,0	125,5	124,3	18,0	80,2	19,8
União Europeia (28)	127,2	120,0	119,8	122,3	17,7	56,8	43,2
Índia	81,4	83,8	90,0	85,1	12,3	96,1	3,9
Rússia	38,0	33,6	35,0	35,5	5,1	61,6	38,4
Estados Unidos	32,1	38,3	34,7	35,0	5,1	79,3	20,7
Paquistão	23,1	23,9	24,0	23,7	3,4	97,7	2,3
Egito	18,6	18,7	19,1	18,8	2,7	87,6	12,4
Turquia	18,1	17,5	17,8	17,8	2,6	94,5	5,5
Irã	15,5	16,4	17,0	16,3	2,4	93,5	6,5
Ucrânia	15,0	11,8	11,5	12,8	1,8	66,3	33,7

Continua...

Tabela 1.3 - Cont.

País/Bloco	Consumo (milhões t)				Perfil do consumo (2011-2013)		
	11/12	12/13	13/14 **	2011-2013*	Participação consumo mundial (%)*	Consumo humano e industrial (%)*	Alimentação animal e resíduos (%)*
Brasil	11,2	10,9	11,4	11,2	1,6	96,1	3,9
Canadá	9,9	9,6	10,2	9,9	1,4	52,5	47,5
Argélia	9,0	9,5	9,9	9,4	1,4	99,5	0,5
Marrocos	8,8	8,3	8,7	8,6	1,2	95,0	5,0
Uzbequistão	7,8	8,0	8,2	8,0	1,2	78,8	21,3
TOTAL	688,9	686,3	697,5	690,9	100,0	79,8	20,2

Fonte: adaptada de USDA (2014). * Calculado pela autora. ** Estimativa.

Tabela 1.4 - Principais países produtores, exportadores e importadores de trigo (milhões de toneladas), safras de 2011 a 2013 e média do período 2009-2013

País	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2009-2013	
	(milhões de toneladas)			(milhões t/ano)*	%*
Exportação					
Estados Unidos	28,6	27,4	29,9	29,0	20,1
União Europeia	16,7	22,6	25,0	21,9	15,2
Austrália	24,7	18,7	19,5	19,2	13,3
Canadá	17,4	19,0	23,0	19,0	13,1
Rússia	21,6	11,3	16,0	14,3	9,9
Cazaquistão	11,8	6,7	8,0	7,9	5,5
Ucrânia	5,4	7,2	10,0	7,3	5,0
Argentina	12,9	3,6	4,5	7,1	4,9
Turquia	3,7	3,4	3,7	3,6	2,5
Índia	0,9	6,8	6,5	2,9	2,0
Outros	14,1	11,1	10,8	12,3	8,5
Total	157,8	137,8	156,9	144,5	100,0

Continua...

Tabela 1.4 - Cont.

País	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2009-2013	
	(milhões de toneladas)			(milhões t/ano)*	%*
Importação					
Egito	11,7	8,3	10,5	10,3	7,2
Brasil	7,3	7,4	7,7	7,2	5,1
Indonésia	6,5	7,1	7,2	6,6	4,6
Argélia	6,5	6,5	6,5	6,2	4,4
Japão	6,4	6,6	6,2	6,1	4,3
União Europeia (28)	7,4	5,3	4,5	5,4	3,8
Coreia do Sul	5,2	5,4	4,5	4,9	3,4
Nigéria	3,9	4,1	4,2	4,1	2,9
México	5,0	3,8	4,3	3,9	2,8
Iraque	3,8	3,9	3,2	3,7	2,6
Outros	85,6	86,5	93,9	84	58,9
Total	149,3	144,9	152,7	142,4	100,0

Fonte: adaptada de USDA (2014). *Calculado pela autora.

Embora os Estados Unidos mantenham o posto de primeiro exportador, a participação norte-americana no total transacionado tem se reduzido no decorrer das últimas décadas. Na década de 1970, o país era responsável por 43,0%¹¹ do total exportado e chegou a 50,0%¹¹ dessa quantidade na safra 1973/74. De maneira semelhante, o Canadá também tem diminuído sua participação no mercado internacional, que, na década de 1960, foi de 21,1%¹¹. Países do leste europeu, como o Cazaquistão e a Ucrânia, vêm aumentando sua participação no comércio internacional do cereal. Nas safras 2012/13 e 2013/14, a Índia surpreendeu ao exportar mais de 6,0 milhões de toneladas de trigo. Apesar de ainda tímidas, nos últimos anos, o Brasil registrou transações comerciais de exportação, chegando ao percentual de 2,4% do total transacionado no mundo¹² na safra 2010/2011.

Do lado da importação, o Egito e o Brasil configuram-se como os maiores importadores mundiais do cereal (Tabela 1.4). No período de 2009 a 2013, os maiores importadores de trigo¹² foram: Egito com 7,2% da quantidade mundial importada¹², Brasil – 5,1%¹², Indonésia – 4,6%¹², Argélia – 4,4%¹², Japão – 4,3%¹² e União Europeia 28 – 3,8%¹², que juntos totalizam quase 30,0% do total importado. Destaca-se o aumento de importação pela China, Indonésia e Coreia do Sul e as reduções de importação da União Europeia 28.

Produção de Trigo no Brasil

Após a decadência do cultivo na região de São Paulo, no fim dos anos 1770, o cultivo de trigo no Brasil concentrou-se na Região Sul, mas foi severamente afetado pela ferrugem na década de 1820 e sofreu grande redução de área de semeadura. A partir da década de 1880, o cereal entrou em uma nova fase de expansão na Região Sul (BAYMA, 1960).

A Figura 1.1 apresenta a evolução de área colhida, produção e rendimento de grão de trigo no Brasil, no período de 1947 a 2013, com base em dados do IBGE (EMBRAPA, 2014; IBGE, 2014). Até a década de 1960, a área média anual semeada de trigo no Brasil foi inferior a

¹¹ Valores calculados pela autora com base em dados de USDA, 2014.

¹² Valores calculados pela autora com base em dados de USDA (2014).

1,5 mil hectares (901,3 ha/ano¹³ no período de 1947 a 1969, a produção anual, inferior a um milhão de toneladas, e os rendimentos oscilaram entre 407,2 kg/ha (safra 1958) e 976,2 kg/ha (safra 1969)¹⁴. Com uma política de incentivos à produção baseada em preços de garantia, crédito relativamente abundante a juros menores que os de mercado, seguro agrícola e criação de infraestrutura de suporte e sistema de compra pelo Governo, conduzida nas décadas de 1960 e 1970, aliada à oferta tecnológica e à abertura de novas áreas de cultivo agrícola, a produção nacional de trigo aumentou significativamente, quase chegando à autossuficiência no final dos anos 1980. Durante as décadas de 1970 e de 1980, observou-se um aumento de área semeada da cultura que alcançou 3,86 milhões de hectares¹⁴ em 1986, maior área de cultivo de trigo registrada no país. Em 1987, a produção brasileira (6,0 milhões de t¹⁴) representou 86,1% da demanda interna de trigo (7,0 milhões de t).

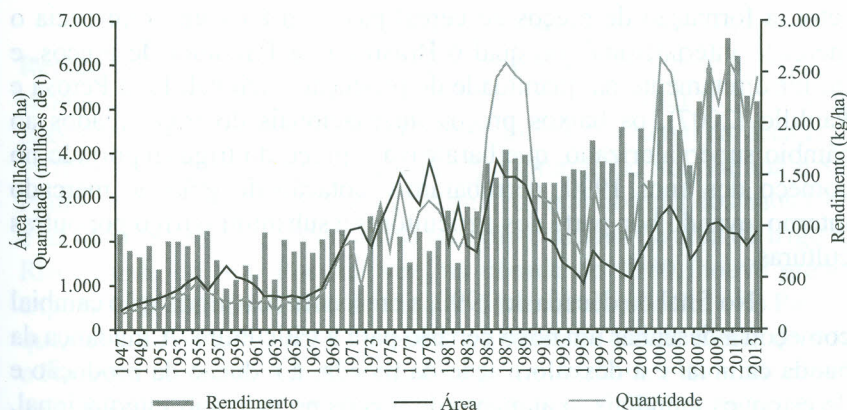


Figura 1.1 - Evolução da área, da quantidade colhida e de rendimento da cultura do trigo no Brasil, período de 1947 a 2013.

Fonte: elaborada pela autora com dados do IBGE (1947 a 1989 *apud* EMBRAPA, 2014), e IBGE, 2014).

Na década de 1980, a crise econômica, o aumento de inflação e a participação expressiva da subvenção ao trigo no déficit das contas públicas geraram críticas e debates sobre a política nacional do trigo. Aliado a isso, seguindo a tendência mundial de reordenamento dos

¹³ Dados calculados pela autora com base em dados do IBGE (EMBRAPA, 2014; IBGE, 2014).

¹⁴ Dados IBGE (EMBRAPA, 2014).

espaços econômicos por meio de áreas de livre comércio, na implantação do Mercado Comum do Cone Sul (Mercosul), acordos de harmonização de políticas para o setor tritícola¹⁵ entre os países foram assinados em 1986. Com isso, após a assinatura dos protocolos, o governo brasileiro mudou a orientação da sua política de estímulo ao trigo com a retirada dos subsídios (queda dos preços de garantia) e redução de crédito ao plantio. Tal reorientação também culminou, em 1990, com a desregulamentação do setor, colocando fim ao monopólio estatal de compra do trigo estabelecido em 1962.

O fim da subvenção governamental e a desregulamentação do setor, a abertura da economia brasileira ao mercado externo e os problemas de câmbio fixo afetaram fortemente a competitividade do trigo nacional e a dinâmica da produção nacional de trigo na década de 1990, que sofreu forte redução de área. Com a desregulamentação do setor, a formação de preços do cereal passou a ter como referência o mercado internacional, no qual o Brasil não é formador de preços, e influir diretamente na quantidade de produção nacional. Para Perosa e Paulillo (2007), os baixos preços internacionais do trigo aliados ao câmbio supervalorizado, que barateava o preço do trigo importado no começo dos anos 1990, derrubaram a cotação do grão no mercado interno levando boa parte dos agricultores a substituir o trigo por outras culturas.

No final da década de 1990, a crescente desvalorização cambial começou a desenhar um novo cenário para a triticultura. A mudança da banda cambial e a desvalorização da moeda, a redução da produção e de estoques mundiais, o aumento de preços no mercado internacional, a mudança da política cambial na Argentina e o pacto de recuperação da triticultura nacional firmado entre governo e agentes do setor resultaram em aumento da área de cultivo de trigo no Brasil no início dos anos 2000.

Em 2003, a produção nacional atingiu a segunda maior safra da história (6 milhões de t¹⁶) e chegou a representar 60,0% do consumo doméstico. No entanto, apesar do entusiasmo pela quantidade e

¹⁵ Protocolo nº 2 de desenvolvimento de um programa integrado de produção, armazenamento, transporte e abastecimento de trigo por parte dos dois países, e Protocolo nº 3, que obrigava o Brasil a comprar quantidades anuais crescentes de trigo argentino entre 1987 e 1991.

¹⁶ IBGE, 2014.

qualidade do produto obtido, após esse período de crescimento expressivo de produção de trigo no Brasil, a área semeada e a quantidade produzida voltaram a sofrer retração em decorrência da redução do preço, da situação cambial desfavorável e das condições climáticas adversas. Em 2008, a alta dos preços dos alimentos voltou a estimular o plantio do cereal, e o país atingiu uma área de 2,4 milhões de hectares¹⁶ em 2009. Nova retração, ocorreu, entretanto nos anos seguintes e o país atingiu 1,89 milhão de hectares colhidos¹⁶ em 2012.

Os esforços dos programas de melhoramento genético e as melhorias nos sistemas de produção têm permitido crescente aumento de rendimento de trigo¹⁷: 739 kg/ha (década de 1950), 771 kg/ha (década de 1960), 844 kg/ha (década de 1970), 1.317 kg/ha (década de 1980), 1.564 kg/ha (década de 1990), 1.983 kg/ha (década de 2000) e 2.495 kg/ha (período 2010-2013).

A produção nacional de trigo sempre esteve concentrada na Região Sul e algumas microrregiões respondem por grande parte da produção. Até o início dos anos 1970, aproximadamente 75% do trigo brasileiro era produzido no Rio Grande do Sul. Ao longo da década de 1970, a área de trigo expandiu-se no Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo, mas decresceu em Santa Catarina. A partir do final dos anos 1970 e na década de 1980, observou-se redução contínua de área de trigo no Rio Grande do Sul. Por sua vez, na década de 1980, houve grande expansão da área de cultivo de trigo no Mato Grosso do Sul e no Paraná, que passou a ocupar o posto de maior produtor do cereal. Nessa década, o Paraná representou 48,9% e 53,8%¹⁸ da área colhida e da produção do país, respectivamente, chegando a responder por 68,7% da produção nacional na safra de 1995/96.

Na década de 1990, houve redução de área em quase todos os estados, mas a produção de trigo sob irrigação prosperou nos estados de Minas Gerais e Goiás e no Distrito Federal, alcançando rendimentos médios próximos de 4.000 kg/ha nesses estados. Nessa década, o Paraná, principal produtor brasileiro, representou 58,5% e 57,9%¹⁸ da área colhida e da produção do país, respectivamente.

¹⁷ Dados calculados pela autora com base em dados do IBGE (EMBRAPA, 2014; IBGE, 2014).

¹⁸ Valores calculados com base em dados de CONAB, 2014b.

O Paraná manteve a liderança em área colhida e produção de trigo nos anos 2000 (50,7% da área colhida e 51,8% respectivamente), mas houve crescimento também no Rio Grande do Sul, que aumentou sua participação no cultivo do cereal (38,9% da área colhida e 36,5% da produção), em Santa Catarina, em Minas Gerais, em Goiás e no Distrito Federal.

Oscilações nas áreas de semeadura e eventos climáticos marcaram o período de 2010-2013 e resultaram em equiparação das participações do Paraná (45,2%) e do Rio Grande do Sul (45,5%) na produção de trigo no Brasil. Em 2011 e 2013, a produção gaúcha superou a produção paranaense, figurando o estado como o maior produtor do país.

A Tabela 1.5 apresenta dados de área colhida, produção e rendimento médios nas décadas de 1980, 1990 e 2000 e no período de 2010-2013, nos estados brasileiros.

Ignaczak et al. (2006), ao analisarem a dinâmica espacial da produção de trigo no Brasil, com base nos anos 1975, 1985, 1995 e 2003, observaram que, entre 20 e 27 microrregiões, das 105 a 138 com registro de cultivo de trigo nos anos estudados, representaram em torno de 75% da área colhida e da quantidade produzida de trigo no Brasil, sinalizando distribuição concentrada. A Figura 1.2 apresenta a distribuição geográfica de cultivo de trigo no Brasil, na safra 2012/2013. No período de 2010-2012, as microrregiões¹⁹ de Santo Ângelo/RS (7,1% da produção nacional no período), Cruz Alta (4,7%), Ijuí/RS (4,2%), Campo Mourão/PR (3,4%), Cascavel/PR (3,3%), Telêmaco Borba/PR (3,3%), Santiago/RS (3,0%), Londrina/PR (3,0%), Carazinho/RS (2,9%), Guarapuava/PR (2,9%) e Ponta Grossa/PR (2,9%), totalizaram 40,0% da produção de trigo do país. Nesse período, houve registro de produção de trigo em 938 municípios (17,0% do total de municípios brasileiros) e 86 municípios responderam por 50,0% da produção nacional de trigo. Os dez principais municípios produtores de trigo, no período de 2010-2012, foram²⁰: Tibagi/PR (2,4% do total da produção nacional), São Luiz Gonzaga/RS (1,4%), Castro/PR (1,4%), Palmeira das Missões/RS (1,2%), Giruá/RS (1,2%), Tupanciretã/RS (1,1%), Muitos Capões/RS (1,0%), Guarapuava/PR (1,0%), São Miguel das Missões/RS (1,0%) e Mamborê/PR (0,9%).

¹⁹ Valores calculados pela autora com base em dados de IBGE, 2014.

²⁰ Valores calculados pela autora com base em dados de IBGE, 2014.

Tabela 1.5 - Área, produção e rendimento médios de trigo no Brasil, por estado, nas décadas de 1980, 1990 e 2000 e no período de 2010-2013

Estado	Área colhida (mil ha)*				Produção (mil t)*				Rendimento (kg/ha)*			
	80/89	90/99	00/09	10/13	80/89	90/99	00/09	10/13	80/89	90/99	00/09	10/13
BA	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,8	0,0	2.000	2.000	5.000	
MT	0,3	0,0	0,2	0,0	0,3	0,0	0,5	0,0	1.259		3.400	
MS	235,5	78,1	73,1	23,5	285,6	83,5	106,5	37,0	1.213	1.069	1.458	1.572
GO	0,6	3,6	15,1	11,1	1,0	7,8	54,7	53,5	1.547	2.162	3.617	4.833
DF	0,2	0,6	1,5	1,2	0,4	2,6	7,5	7,0	2.053	4.414	5.138	5.953
MG	13,2	3,8	12,4	25,8	23,1	14,9	54,6	94,0	1.751	3.942	4.414	3.642
SP	168,8	53,2	46,9	43,8	235,5	71,4	98,3	98,6	1.395	1.341	2.095	2.252
PR	1.407,9	1.024,3	1.090,3	985,0	2.069,4	1.448,9	2.167,0	2.429,8	1.470	1.414	1.988	2.467
SC	58,6	58,5	74,1	75,9	65,0	82,7	162,9	212,7	1.109	1.414	2.197	2.803
RS	994,2	528,7	837,2	935,1	1.164,8	791,3	1.527,3	2.447,6	1.172	1.497	1.824	2.617
TOTAL	2.879,3	1.750,8	2.150,9	2.101,3	3.845,2	2.503,0	4.180,0	5.380,2	1.335	1.430	1.943	2.560

Fonte: Adaptada de CONAB, 2014b. *Calculado pela autora.

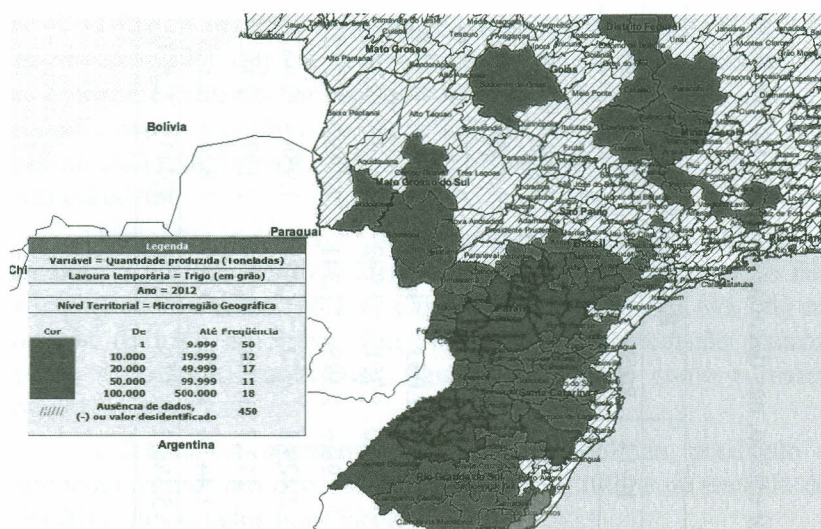


Figura 1.2 - Distribuição geográfica da produção de trigo no Brasil, em 2012.

Fonte: IBGE, 2014.

Segundo dados do Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2014), o conjunto de produtores de trigo no Brasil estava formado por 34 mil propriedades; 52,1%²⁰ desses estabelecimentos possuíam área total entre 10 e 50 hectares e 60,3% cultivavam áreas de trigo menores de 20 hectares. A grande maioria desses estabelecimentos (86,2%) era de propriedade do produtor e integrava o grupo de atividade econômica denominado “lavoura temporária”. Somente 4,5% da área total colhida de trigo foi conduzida com o uso de irrigação. Ainda segundo os dados do Censo, 69,2% dos estabelecimentos, com registro de cultivo do cereal, eram propriedades de base familiar e respondiam por 21,2% da quantidade total produzida de trigo.

Mercado do Trigo no Brasil

O mercado brasileiro de trigo é estimado em 10,5 a 11,0 milhões de toneladas. A produção nacional não supre a demanda interna (Tabela 1.6). Nos últimos cinco anos (2009-2013), a produção brasileira

representou 51,2%^{21,19} do consumo interno. Para complementar o consumo, o país tem importado 6,2 milhões de t/ano do cereal e, como já descrito anteriormente, é o segundo maior importador mundial de trigo. Os valores anuais das importações corresponderam a 0,9% do total de importações do país e 12,2% do total de importações do agronegócio. O aumento do consumo, a redução da produção interna e a ampliação de exportações resultaram em redução do estoque de passagem, com queda da relação estoque/consumo, que alcançou valor recorde de 3,2%, na safra 2012/2013, e exerceu pressão sobre os preços internos.

Tabela 1.6 - Evolução da produção, importação, consumo, exportação, estoque final e relação estoque final/consumo no Brasil, no período 2009-2013

Safra	Produ- ção	Importa- ção	Consumo	Exporta- ção	Estoque final	Relação Estoque final/consumo*
	(mil t)					
2009/10	5.026,2	5.922,2	9.614,2	1.170,4	2.870,5	29,9
2010/11	5.881,6	5.771,9	10.241,0	2.515,9	1.766,1	17,2
2011/12	5.788,6	6.011,8	10.444,9	1.901,0	1.220,6	11,7
2012/13	4.379,5	7.010,2	10.584,3	1.683,8	342,2	3,2
2013/14**	5.470,9	6.500,0	10.979,1	500,0	834,0	7,6

Fonte: Adaptada de CONAB, 2014a. * Calculado pela autora. ** Estimativa.

Em relação à origem do trigo importado, a Argentina tem sido o grande fornecedor de trigo em grão e em farinha e representou 60,8% e 89,5% da quantidade total importada desses produtos, respectivamente, no período de 2009 a 2013. A partir de 2002, observou-se intensa comercialização com o Paraguai e Uruguai. Em 2013, houve uma forte ampliação da participação norte-americana nas importações, que representou 47,8% da quantidade importada ante 34,9% advindo da Argentina.

O mercado de trigo tem se mostrado, ao longo do tempo, menos volátil, por causa da maior pulverização da oferta e da demanda

²¹ Valores calculados pela autora com base em dados de IBGE, 2014.

internacional. A definição de preço está intimamente ligada às incertezas intrínsecas do produto, como frustração de safra decorrente de condições climáticas adversas, qualidade do produto, preços de produtos associados, como o milho, e margens estreitas na comercialização. No caso brasileiro, a relação cambial e a disponibilidade de produto nos países vizinhos (Argentina, Uruguai e Paraguai) têm influência direta na formação de preço. Além dos fatores tradicionais, os aspectos relacionados à inocuidade e à qualidade tecnológica do cereal também condicionam a definição de preço do produto.

Segundo dados da FAO (2013), no período de 2011-2013, o consumo *per capita* mundial de trigo foi de 67,0 kg/habitante/ano. O consumo brasileiro, estimado em 52,3kg/habitante/ano, é bem menor que o consumo de países vizinhos como a Argentina (96,0 kg/habitante/ano) e o Uruguai (124,0 kg/habitante/ano) (FAO, 2014). Segundo a Pesquisa de Orçamento Familiar de 2008/2009 (IBGE, 2014), o consumo *per capita* de derivados de trigo foi de 15,8 kg/habitante/ano no caso de pães, de 4,7 kg/habitante/ano no caso de massas, e de 10,5kg/habitante/ano no caso de outros produtos forneados (bolos e biscoitos). Segundo a ABITRIGO (2013), em 2012, mais da metade da demanda de trigo destinou-se à panificação (55,3%), seguida pela produção de massas (14,1%) e de biscoitos (10,1%). Farinha de trigo para uso doméstico (7,7%) ou para uso em autosserviços (5,6%) complementam os destinos do mercado nacional de trigo. Outros usos absorvem 7,2% da demanda nacional.

Considerações finais

A evolução da relação oferta e demanda demonstra a potencialidade da triticultura nacional em ofertar as quantidades necessárias ao abastecimento. No entanto, fatores como custo de produção elevado, adequação da qualidade ao uso final (preservação de identidade e segregação), oscilações climáticas, fragilidade das relações e da coordenação no complexo agroindustrial do trigo e aspectos de política internacional afetam a competitividade da triticultura e refletem um comportamento mercadológico instável entre os agentes do complexo.

A área potencial para a produção de trigo é imensa, podendo alcançar mais de cinco milhões de hectares, contribuindo para a sustentabilidade dos sistemas de produção e para o suprimento da demanda. Para isso, são necessárias a adequação dos sistemas de produção, a implementação da produção integrada, a adoção de boas práticas de produção e de mecanismos de segregação, bem como a incorporação de novas estruturas de gerenciamentos e de mudanças de infraestrutura. A organização dos agentes do Complexo Agroindustrial do Trigo e a interlocução entre seus agentes, harmonizando seus interesses, é condição essencial para a otimização dos recursos e a consolidação da triticultura. Ressalta-se que as práticas tecnológicas empregadas são pontos vitais para a obtenção de alto rendimento e para o produto dentro das especificações de qualidade almejada.

Referências

- ABITRIGO. **Estimativa aparente de participação da farinha no mercado de derivados 2005 a 2012**. São Paulo: ABITRIGO, 2013. 1 p. Disponível em: <<http://www.abitrigo.com.br/pdf/PART-MERCADO-FARINHA-DERIVADOS-2012.pdf>>. Acesso em: 14 Jan. 2014.
- BAYMA, C. **Trigo**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura – Serviço de Informação Agrícola, 1960. v.1, 361 p.
- CARMO, A. G. O problema nacional da produção do trigo. Rio de Janeiro: [s.n.], 1911. 324 p.
- CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. **Conab**, Brasília, v. 1, n. 1, p. 72, 2014a.
- CONAB. **Trigo Brasil**: série histórica de área plantada, produtividade e produção. 2014b. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_01_13_08_57_37_trigoseriehists.xls>. Acesso em: 10 Jan. 2014.
- De VITA, O. Z. **Encyclopedia of pasta**. Berkeley: University of California Press, 2009. 374 p.
- EMBRAPA. **AGROTEC**: sistema de estatísticas conjunturais. Brasília: Embrapa, 2014.
- FAO. FAOSTAT. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 16 Jan. 2014.
- FAO. **Food outlook**: bianual report on global food markets. 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/019/i3473e/i3473e.pdf>>. Acesso em: 16 Jan. 2014.

GREATPLAINSWHEAT. **A história do trigo**. Rio de Janeiro: Great Plains Wheat, 197-. 8 p.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**. 2014. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&o=10&i=P&c=1612>>. Acesso em: 12 Jan. 2014. (Nota: Banco de dados agregados de estudos e pesquisas realizados pelo IBGE).

IGNACZAK, J. C.; De MORI, C.; GARAGORRY, F. L.; CHAIB FILHO, H. **Dinâmica da produção de trigo no Brasil no período de 1975 a 2003**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2006.40 p.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea**. São Paulo: Editora UNESP, 2010. 568 p.

PEROSA, B.; PAULILLO, L. F. O. E. Abertura e desregulamentação na cadeia do trigo brasileira. **Agricultura em São Paulo**, v. 54, p. 42-64, 2007.

SILVA, D. B.; GUERRA, A. F.; REIN, T. A.; ANJOS, J. R. N.; ALVES, R. T.; RODRIGUES, G. C.; SILVA, I. A. C. **Trigo para o abastecimento familiar: do plantio à mesa**. Brasília: Embrapa SPI, 1996. 176 p.

USDA. **Databases: production, supply and distribution online**. 2014. Disponível em: <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline>>. Acesso em: 14 Jan. 2014.

BOTÂNICA, MORFOLOGIA E DESCRIÇÃO FENOTÍPICA

2

*Pedro Luiz Scheeren*¹

*Ricardo Lima de Castro*²

*Eduardo Caierão*³

Este capítulo está dividido em duas partes. Na primeira, apresentam-se a classificação botânica do trigo, sua origem, suas características botânicas e fisiológicas, além de seus estádios de desenvolvimento, e, na segunda, as instruções para a descrição de novos cultivares de trigo.

Classificação Botânica

Família: *Poaceae* (= *Gramineae*)

Subfamília: *Pooideae* (= *Festucoideae*)

Tribo: *Triticeae* Dumort. (= *Hordeae*)

Subtribo: *Triticinae*

Gênero: *Triticum* (Lineu, 1753)

Espécie: *Triticum aestivum* (L.) THELL

¹ Engenheiro-Agrônomo, Dr., Pesquisador da Embrapa Trigo. E-mail: pedro.scheeren@embrapa.br

² Engenheiro-Agrônomo, Dr., Pesquisador da Embrapa Trigo. E-mail: ricardo.castro@embrapa.br

³ Engenheiro-Agrônomo, M.S., Pesquisador da Embrapa Trigo. E-mail: eduardo.caierao@embrapa.br

Origem, número de cromossomos e genomas

Acredita-se que o trigo [*Triticum aestivum* (L.) THELL], como é conhecido hoje, seja originário de gramíneas silvestres que se desenvolviam nas proximidades dos rios Tigre e Eufrates (Ásia), por volta dos anos 10.000 a 15.000 a. C. Contudo, os primeiros registros encontrados datam do ano 550 a. C., o que leva a concluir que a maioria das características da planta são conhecidas há mais de 2.000 anos.

A espécie *Triticum aestivum* L. é hexaploide ($2n = 42$). Uma hibridação natural entre um tetraploide (*Triticum turgidum*; $2n = 28$) e uma gramínea selvagem (*Aegilops squarrosa*; $2n = 14$) deu origem ao *T. aestivum* e outros trigos hexaploides menos conhecidos (Figura 2.1).

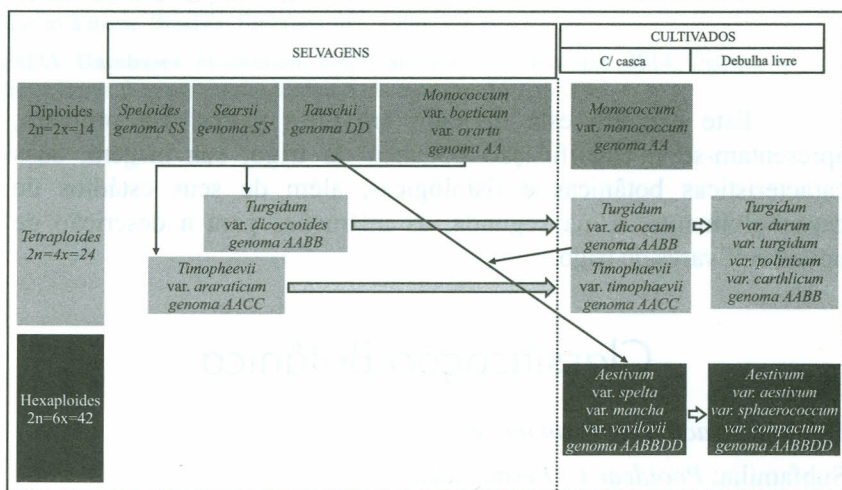


Figura 2.1 - Relações evolutivas do trigo – *Triticum*.

Fonte: FELDMAN, 1977, citado por FUNDAÇÃO CARGIL, 1982.

Os trigos primitivos tinham espigas muito frágeis, que quebravam com facilidade quando maduras. As sementes eram aderidas às partes florais. Foram necessários milhares de anos de seleção natural e artificial para chegar aos tipos de trigo cultivados atualmente (séculos XX e XXI).

No passado, cultivavam-se *Triticum spelta*, *Triticum dicoccum*, *Triticum polonicum* e *Triticum turgidum*, mas, atualmente, essas espécies são utilizadas apenas em estudos científicos e, ocasionalmente, em melhoramento e investigações genéticas.

Características botânicas e fisiológicas

O trigo (*Triticum sp.*) apresenta características morfológicas muito semelhantes às dos demais cereais de inverno que têm a mesma finalidade de produção de grãos (cevada, aveia, centeio e triticale). A planta de trigo é estruturada em raízes, colmo, folhas e inflorescência (Figura 2.2).

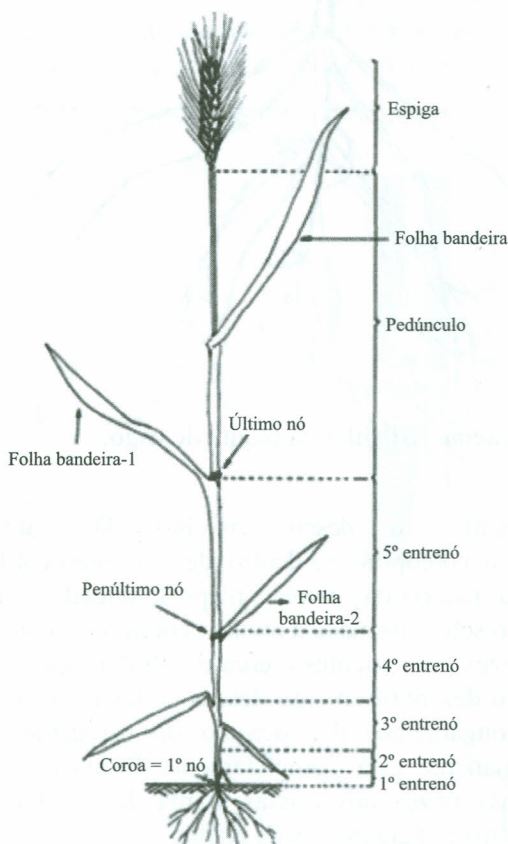


Figura 2.2 - Componentes da planta de trigo.

Sistema radicular do trigo

Três grupos de raízes formam o sistema radicular do trigo (Figura 2.3 a, b e c): a) raízes seminais; b) raízes permanentes (coroa); e c) raízes adventícias.

As raízes seminais, originadas diretamente da semente, são particularmente importantes até o início do estágio de afilamento, pois têm como função principal o estabelecimento da plântula. Inicialmente, a nutrição da planta é obtida do endosperma da semente. Posteriormente, quando as raízes seminais se tornam funcionais, os nutrientes e a água provêm do solo ao redor.

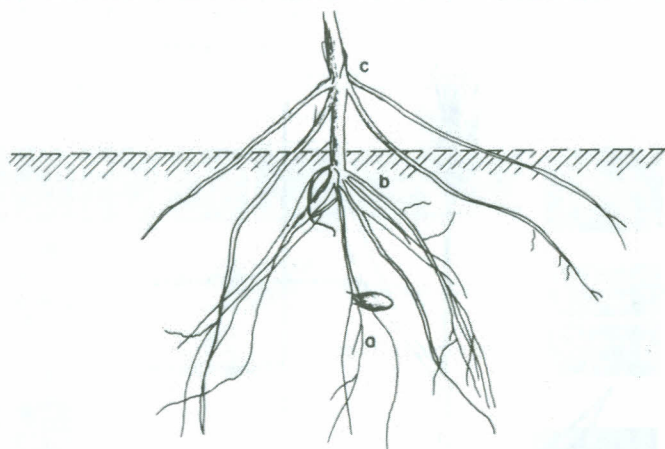


Figura 2.3 - Sistema radicular da planta de trigo.

Paralelamente ao desenvolvimento das raízes seminais, desenvolve-se o coleóptilo e, dentro dele, o mesocótilo ou entrenó subcoronal. Na maioria das plantas, na profundidade de 1-2 cm abaixo da superfície do solo é formada a região denominada coroa, de onde são emitidas as raízes permanentes (cerca de 20 dias após a emergência). No princípio, o desenvolvimento dessas raízes é lento e passam pelo estágio de alongamento. Por ocasião do espigamento, o sistema radicular permanente está completamente formado. Eventualmente, surgem algumas raízes adventícias acima da superfície do solo, a partir do primeiro e segundo nós da planta.

Folhas

O desenvolvimento das folhas é iniciado com a emissão de uma pseudofolha, denominada coleóptilo. Esta estrutura tem a função de proteger o desenvolvimento do mesocótilo, a região da coroa e a emissão da plúmula, que é a primeira folha.

As plantas de trigo têm, no final, 5 a 6 folhas, correspondendo ao número de nós. Contudo, variações de 3 a 8 são frequentes. Cada folha (Figura 2.4) é composta pela bainha, lâmina, lígula e um par de aurículas, normalmente pilosas, na base da lâmina. A disposição das folhas é alternada, formando ângulos de 180° entre uma folha e outra, até a última (comumente chamada de folha bandeira).

Tamanho, número, forma, posição, cerosidade e outras características das folhas são fatores importantes para o rendimento de grãos e para a caracterização dos cultivares de trigo.

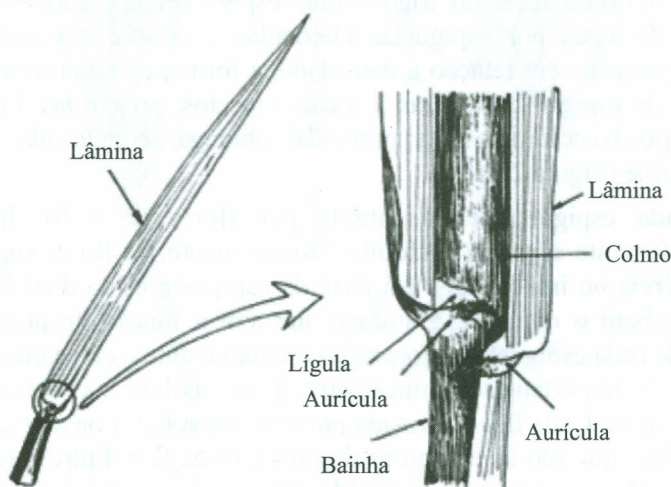


Figura 2.4 - Folha do trigo e detalhes.

Colmo

O colmo das plantas de trigo normalmente é oco, cilíndrico e com quatro a sete entrenós (Figura 2.2). Os entrenós têm comprimento variável, aumentando da base ao ápice da planta até o pedúnculo, que é a porção do colmo que vai do último nó até a base da espiga. A altura

da planta é variável entre genótipos e para um mesmo genótipo em ambientes diferentes.

Na fase de afilhamento (ou perfilhamento), aproximadamente 15 dias após a germinação, são emitidos novos colmos denominados de afilhos (ou perfilhos) envolvidos em estruturas foliares denominadas prófilos (normalmente inseridas nos nós da coroa). Após o afilhamento, o colmo se alonga rapidamente, pois, na base de cada entrenó, há uma região de rápido crescimento, composta por tecido meristemático.

Por ocasião do enchimento dos grãos, os nutrientes estocados no colmo e nas folhas são muito importantes, porque grande parte deles são translocados para a espiga contribuindo para o enchimento de grãos.

Inflorescência

A inflorescência do trigo é uma espiga (Figura 2.5) composta, dística, formada por espiguetas alternadas e opostas no ráquis. Há grande variação em relação à densidade, à forma, ao comprimento e à largura da espiga. Considerando esses aspectos, podem ser formados cinco tipos básicos de espiga: piramidal, oblonga, semiclavada, clavada e fusiforme (Figura 2.6).

Cada espiguetas é constituída por flores (2 a 9) dispostas alternadamente e presas à ráquila. Normalmente, as flores superiores são estéreis ou imperfeitas. Na base da espiguetas estão duas brácteas que recebem o nome de glumas e que têm a função de proteger as flores de cada espiguetas. A forma, o tamanho e outras características da gluma são importantes botanicamente, pois auxiliam na diferenciação de cultivares. Cada flor é formada por uma lema (com ou sem arista) e uma pálea, que são as estruturas de proteção da flor. Entre a lema e a pálea, estão o gineceu, constituído pelo ovário, estilete e estigma (plumoso e bipartido), e o androceu, constituído por três estames (três filetes e três anteras). Na antese, após a fecundação, as flores se abrem e expulsam as anteras (é a chamada extrusão das anteras). A partir dessas estruturas, ocorre a formação dos grãos.

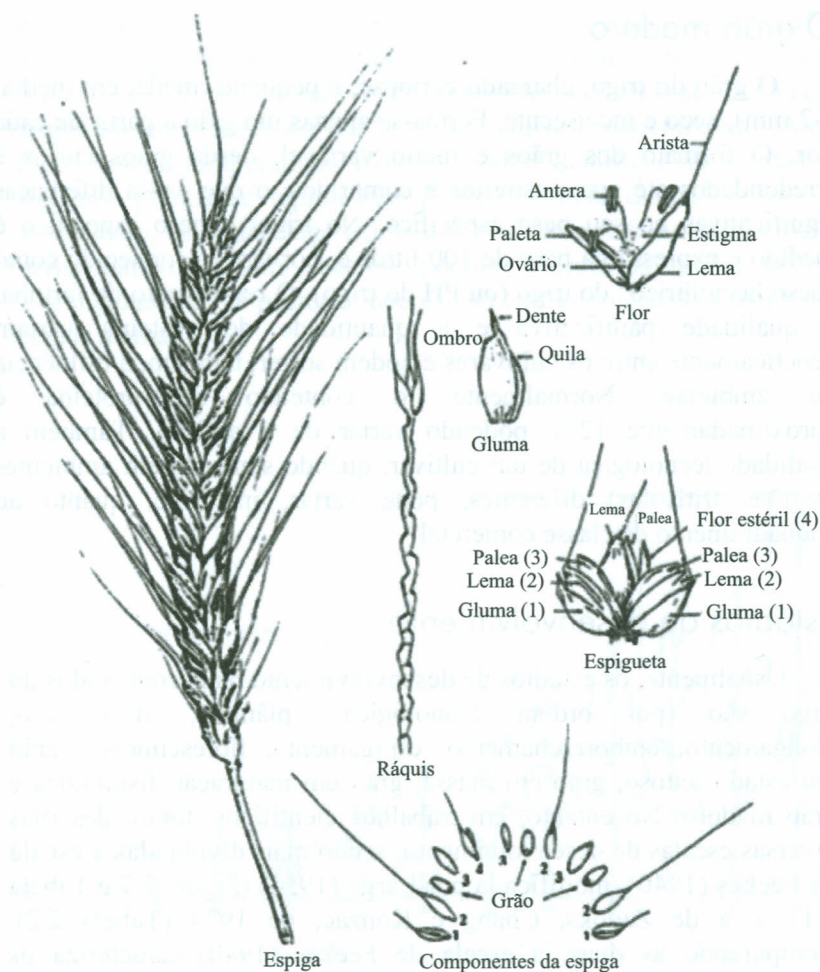


Figura 2.5 - Espiga de trigo e seus componentes.

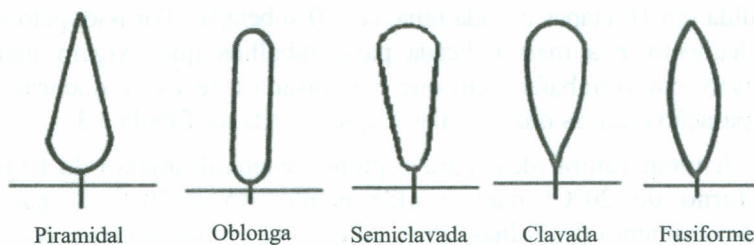


Figura 2.6 - Principais formas da espiga do trigo.

O grão maduro

O grão do trigo, chamado cariopse, é pequeno (mede, em média, 6-7 mm), seco e indeiscente. Forma-se apenas um grão a partir de cada flor. O formato dos grãos é muito variável, desde grãos curtos e arredondados até grãos estreitos e compridos, o que causa diferenças significativas no seu peso específico. No trigo, o peso específico é medido e expressa na base de 100 litros e, por isso, é conhecido como “peso hectolítrico” do trigo (ou PH do trigo). O rendimento de farinha, a qualidade panificativa e a quantidade de proteína variam geneticamente entre os cultivares e podem sofrer, também, a influência do ambiente. Normalmente, o conteúdo de proteína é aproximadamente 12%, podendo variar de 6 a 20%. Também a qualidade tecnológica de um cultivar, quando semeado em ambientes (regiões tritícolas) diferentes, pode variar, inclusive, quanto ao enquadramento da classe comercial.

Estádios de desenvolvimento

Usualmente, os estádios de desenvolvimento mais conhecidos do trigo são (por ordem cronológica): plântula, afilhamento, alongamento, emborrachamento, espigamento, florescimento, grão em estado leitoso, grão em massa, grão em maturação fisiológica e grão maduro. No entanto, em trabalhos científicos, foram descritas diversas escalas de desenvolvimento, sendo mais divulgadas a escala de Feekes (1940), modificada por Large (1954) (Figura 2.7 e Tabela 2.1), e a de Zadoks, Chang e Konzac, de 1974 (Tabela 2.2). Comparando as duas, a escala de Feekes (1940) caracteriza os estádios de maneira mais geral. Por outro lado, a escala de Zadoks et al. proporciona uma visão mais detalhada de cada estágio, pois está dividida em 10 etapas e, cada uma, em 10 subetapas. Por isso, pelo seu detalhamento, é a mais indicada para trabalhos que exigem maior precisão, como trabalhos em que é analisada a reação a doenças. A comparação entre as duas escalas é apresentada na Tabela 2.3.

A temperatura ideal para o pleno desenvolvimento do trigo é em torno de 20°C; para o afilhamento, 15 a 20°C; e para o desenvolvimento das folhas, entre 20 e 25°C. Danos severos, por frio ou por calor, podem ser causados ao trigo durante o estágio

reprodutivo, pois a temperatura ótima para fertilização é de 18 a 24°C. Danos de geada são observados quando a temperatura durante a floração é menor do que -1°C. Durante a formação de grãos, temperaturas menores do que -2°C prejudicam o enchimento. Além disso, baixas temperaturas também podem danificar as plantas de trigo nos pontos de rápida multiplicação celular durante a fase de crescimento, na região logo acima dos nós, onde se concentra o tecido meristemático. Assim, nesses pontos suscetíveis pode ocorrer “estrangulamento” e posterior necrose do colmo, causando a morte dos tecidos acima.

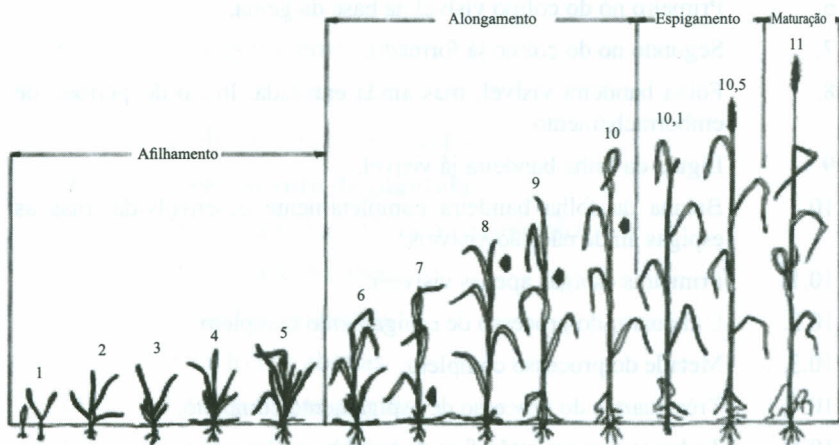


Figura 2.7 - Estádios de desenvolvimento de cereais conforme a escala de Feekes (1940).

Tabela 2.1 - Estádios de desenvolvimento pela escala de Feekes (1940), modificada por Large (1954)

Código	Estádio
1.	Plantas recém-emergidas, com uma ou mais folhas.
2.	Início do afilamento.
3.	Afilhos formados. Folhas frequentemente enroladas em espiral. Em algumas variedades de trigo, as plantas podem apresentar hábito prostrado.
4.	Início do aparecimento do pseudocaule. Bainhas foliares começam a alongar-se.
5.	Pseudocaule (formado por bainhas foliares) fortemente desenvolvido.
6.	Primeiro nó do colmo visível na base da gema.
7.	Segundo nó do colmo já formado.
8.	Folha bandeira visível, mas ainda enrolada. Início do período de emborrachamento.
9.	Lígula da folha bandeira já visível.
10.	Bainha da folha bandeira completamente desenvolvida, mas as espigas ainda não são visíveis.
10.1.	Primeiras espigas apenas visíveis.
10.2.	Um quarto do processo de espigamento completo.
10.3.	Metade do processo completo.
10.4.	Três quartos do processo de espigamento completo.
10.5.	Todas as espigas estão fora da bainha.
10.5.1.	Início do florescimento.
10.5.2.	Florescimento completo na parte apical da espiga.
10.5.3.	Florescimento completo na parte basal da espiga.
10.5.4.	Final de florescimento, grão no estágio aquoso.
11.1.	Grãos no estágio leitoso.
11.2.	Grãos no estágio de massa (conteúdo macio e seco).
11.3.	Grãos duros (difíceis de serem rompidos com a unha do polegar).
11.4.	Maturação de colheita. Palhas secas.

Tabela 2.2 - Escala decimal de desenvolvimento dos cereais segundo Zadoks et al. (1974)

Código	Estádio
0	Germinação
00	Semente seca
01	Início da embebição
02	-
03	Embebição completa
04	-
05	Emergência da radícula da cariopse
06	-
07	Coleóptilo emergido
08	-
09	Folha no ápice do coleóptilo
1	Crescimento da plântula
10	Primeira folha através do coleóptilo
11	Primeira folha aberta
12	Duas folhas abertas
13	Três folhas abertas
14	Quatro folhas abertas
15	Cinco folhas abertas
16	Seis folhas abertas
17	Sete folhas abertas
18	Oito folhas abertas
19	Nove ou mais folhas abertas
2	Afilhamento
20	Somente o colmo principal
21	Colmo principal e um afilho
22	Colmo principal e dois afilhos

Continua...

Tabela 2.2 - Cont.

Código	Estádio
23	Colmo principal e três afilhos
24	Colmo principal e quatro afilhos
25	Colmo principal e cinco afilhos
26	Colmo principal e seis afilhos
27	Colmo principal e sete afilhos
28	Colmo principal e oito afilhos
29	Colmo principal e nove ou mais afilhos
3	Alongamento
30	Pseudocolmo ereto
31	Primeiro nó visível
32	Segundo nó visível
33	Terceiro nó visível
34	Quarto nó visível
35	Quinto nó visível
36	Sexto nó visível
37	Folha bandeira recém-visível
38	-
39	Lígula da folha bandeira recém-visível
4	Emborrachamento
40	-
41	Bainha da folha bandeira em extensão
42	-
43	Início do emborrachamento
44	-
45	Emborrachamento completo
46	-

Continua...

Tabela 2.2 - Cont.

Código	Estádio
47	Abertura da bainha da folha bandeira
48	-
49	Primeiras aristas visíveis
5	Emergência da inflorescência
50	Primeira espiguetta da inflorescência recém-visível
51	-
52	Um quarto das inflorescências emergidas
53	-
54	Metade das inflorescências emergidas
55	-
56	Três quartos das inflorescências emergidas
57	-
58	Emergência completa da inflorescência
59	-
6	Antese
60	Início da antese
61	-
62	-
63	-
64	Metade da antese completa
65	-
66	-
67	-
68	Antese completa
69	-

Continua...

Tabela 2.2 - Cont.

Código	Estádio
7	Desenvolvimento do grão leitoso
70	-
71	Cariopse aquosa
72	-
73	Início do estado leitoso
74	-
75	Estado leitoso
76	-
77	Final do estado leitoso
78	-
79	-
8	Desenvolvimento do grão em massa
80	-
81	-
82	-
83	Início do estado de massa
84	-
85	Estado de massa mole
86	-
87	Estado de massa dura
88	-
89	-
9	Maturação
90	-
91	Cariopse dura (difícil dividir com a unha)
92	Cariopse dura (não pode ser dividida com a unha)

Continua...

Tabela 2.2 - Cont.

Código	Estádio
93	Cariopse soltando-se durante o dia
94	Sobre maturação, palha seca e quebradiça
95	Semente dormente
96	Semente viável com 50% de germinação
97	Semente não dormente
98	Dormência secundária induzida
99	Dormência secundária perdida

Tabela 2.3 - Estádios de desenvolvimento pela escala de Feekes e Large (1954) e seu valor correspondente na escala de Zadoks et al. (1974)

Escala de Feekes e Large	Escala de Zadoks et al.
Estádio 1	Estádios 10 e 11
Estádio 2	Estádios 20 e 21
Estádio 3	Estádios 22 a 29
Estádio 4 e 5	Estádio 30
Estádio 6	Estádio 31
Estádio 7	Estádio 32
Estádio 8	Estádio 37
Estádio 9	Estádio 39
Estádio 10	Estádios 43 a 45
Estádio 10.1	Estádios 50 e 51
Estádio 10.2	Estádios 52 e 53
Estádio 10.3	Estádios 54 e 55
Estádio 10.4	Estádios 56 e 57
Estádio 10.5	Estádios 58 e 59

Continua...

Tabela 2.3 - Cont.

Escala de Feekes e Large	Escala de Zadoks et al.
Estádio 10.5.1	Estádios 60 e 61
Estádio 10.5.2	Estádios 64 e 65
Estádio 10.5.3	Estádios 68 e 69
Estádio 10.5.4	Estádio 71
Estádio 11.1	Estádios 73 a 77
Estádio 11.2	Estádios 83 a 87
Estádio 11.3	Estádio 91
Estádio 11.4	Estádio 92

Descritores para Registro e Proteção de Cultivares de Trigo (*Triticum* spp.)

Introdução

As normas oficiais completas para registro, proteção e comercialização de sementes de novos cultivares de trigo geradas pelos obtentores estão descritas no site do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/registros-autorizacoes/registro/registro-nacional-cultivares> e em <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/registros-autorizacoes/protecao-cultivares/formularios-protecao-cultivares>. Para registro e proteção de cultivares são importantes as informações botânicas do cultivar. Além da descrição das características vegetativas, morfológicas e agronômicas, devem ser informadas, a entidade responsável pela proposta de recomendação e, ou, criação do cultivar; o cruzamento e a genealogia, o histórico de seleção com resumo da metodologia utilizada na obtenção do cultivar; a reação a doenças; as características de qualidade tecnológica; e o rendimento de grãos obtido nos ensaios de Valor de Cultivo e Uso para indicação e recomendação comercial do cultivar.

Descritores mínimos de trigo

Para a descrição das características morfológicas e biológicas, as linhagens ou os cultivares devem ser observados onde há cultivo na densidade de semeadura indicada pela pesquisa, com tratamento fitossanitário (aplicação de fungicidas e inseticidas) e outras práticas comuns na região, para que a planta expresse o seu potencial genético. Assim procedendo, a descrição do novo cultivar corresponderá à sua real expressão fenotípica para determinado ambiente, facilitando identificações e comparações em caso de dúvida sobre a identidade do material. Além disso, sempre que possível, as observações devem ser repetidas em anos diferentes (no mínimo dois anos), com, no mínimo, 2.000 plantas, divididas em duas ou mais repetições em cada ano. As plantas atípicas (fora do padrão descrito para o cultivar) devem ser descritas e contadas, estabelecendo qual o índice percentual máximo de ocorrência, o qual deve ser conferido com a porcentagem de plantas atípicas permitida em cada categoria de sementes, conforme Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013, do Diário Oficial da União (DOU). Exemplo: em um lote de semente básica, devem ser avaliadas seis subamostras de 1.000 plantas, formando uma amostra completa de 6.000 plantas, com no máximo três plantas atípicas de ciclos semelhantes, sem plantas atípicas de ciclos diferentes.

A seguir, são apresentadas as principais características para a descrição de um cultivar de trigo (conforme os descritores mínimos de trigo publicados no Diário Oficial da União, de 16 de julho de 1998, em vigor em fevereiro de 2014).

Descritores morfológicos – planta

- Hábito vegetativo da planta: é identificado no início do afilhamento com densidade de semeadura normal; pode ser ereto, semiereto, intermediário, semiprostrado e prostrado.

- Altura média da planta: deve ser verificada após as plantas alcançarem a altura máxima, ou seja, aproximadamente 30 dias depois do espigamento. A classificação é feita em comparação com cultivares-padrão, considerando a altura média das plantas desde o

solo até o ápice das espigas, excluindo as aristas. A planta pode ser muito baixa, baixa, média, alta, muito alta.

Descritores morfológicos – folha

As avaliações devem ser feitas no início do espigamento.

- Posição da lâmina da folha bandeira em relação ao colmo: ereta, intermediária, pendente.
- Cerosidade da bainha da folha bandeira: ausente, fraca, forte.
- Coloração das aurículas (observar a cor predominante no espigamento): incolor; pouco colorida; colorida; heterogênea.

Descritores morfológicos – colmo

As avaliações devem ser feitas em plantas no estágio de maturação.

- Forma do nó superior: largo, quadrado, comprido.
- Cerosidade do pedúnculo: ausente, fraca, forte.
- Espessura das paredes do colmo: delgada, média, espessa.
- Diâmetro do colmo: fino, médio, grosso.

Descritores morfológicos – espiga

As avaliações devem ser feitas em plantas no estágio de maturação.

- Forma da espiga: piramidal, oblonga, semiclavada, clavada, fusiforme.
- Comprimento da espiga: curta (< 75 mm), semicurta (≥ 75 mm e < 85 mm), semi-longa (≥ 85 mm e < 95 mm), longa (≥ 95 mm).
- Densidade da espiga: laxa, semilaxa, semidensa, densa.
- Arista: mútica, apical, aristada.
- Coloração da espiga: clara, escura, outra.

Descritores morfológicos – gluma

As avaliações devem ser feitas sempre na gluma superior da sétima espiguetas, contando-se as espiguetas férteis a partir da base, considerando os dois lados da espiga.

- Pilosidade da gluma: glabra (ausente), pilosa (presente).
- Comprimento da gluma: curta (< 7 mm), média (≥ 7 mm e < 9 mm), longa (≥ 9 mm).
- Largura da gluma: estreita (< 3 mm), média (≥ 3 mm e < 4 mm), larga (≥ 4 mm).
- Forma do ombro da gluma: inclinado, reto, elevado.
- Comprimento do dente: curto (< 3 mm), médio (≥ 3 mm e < 7 mm), longo (≥ 7 mm).

Descritores morfológicos – grão

As avaliações devem ser feitas em amostras de, no mínimo, 100 grãos primários, maduros, do terço médio das espigas.

- Forma do grão: ovalado, alongado, truncado.
- Comprimento do grão: curto (< 6 mm), médio (≥ 6 mm e < 7 mm), longo (≥ 7 mm).
- Coloração do grão: branco, vermelho, outros.
- Textura do grão: mole, semiduro, duro.

Descritores biológicos

- Grupo bioclimático: trigo de primavera; trigo de inverno, trigo alternativo.

- Subperíodo dias da emergência do espigamento (quando 50% das espigas estão visíveis): superprecoce, precoce, médio, tardio, supertardio.

- Ciclo em dias da emergência à maturação: superprecoce, precoce, médio, tardio, supertardio.

- Crestamento (suscetibilidade da planta ao alumínio tóxico do solo) suscetível, moderadamente suscetível, moderadamente resistente, resistente.

Referências

- BRIGGLE, L. W. Origin and botany of wheat. In: CIBA-GEIGY. **Wheat, documenta Ciba-Geigy**. Basle, Switzerland, 1980. p. 6-13.
- BRIGGLE, L. W.; REITZ, M. P. **Classification of *Triticum* species and of wheat varieties grown in the United States**. Washington: United States Department of Agriculture, 1963. 135 p. (USDA - Technical Bulletin, 1278).
- FUNDAÇÃO CARGIL. **Trigo no Brasil**. Campinas, SP, 1982. 2v.
- HERVEY-MURRAY, C. G. **Preliminary course of instruction in the identification of cereal varieties**. Essex: E. T. Heron, 1970. 62 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS Y PLANTAS DE VIVERO. **Formulário de descripción varietal de trigo**. Madrid, Espanha, [s. d.]. 12 p.
- INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES AND INFORMATION SCIENCES/GENETIC RESOURCES PROGRAM. **Roma Descriptors for Wheat & Aegilops - A Minimum list**. Roma, 1978. 25 p.
- INTERNATIONAL UNION FOR THE PROTECTION OF NEW VARIETIES OF PLANTS. **Revised general introduction to the guidelines for the conduct of tests for distinctness, homogeneity and stability of new varieties of plants**. [S.l. : s.n.], 1979. 9 p.
- LAGOS, M. B. História do melhoramento do trigo no Brasil. **IPAGRO**, Porto Alegre, v. 10, p. 9-80, 1983. (Boletim Técnico).
- LARGE, E. C. Growth stages in cereals. Illustration of the Feekes Scale. **Plant Pathology**, London, v. 3, p. 128-129, 1954.
- NATIONAL INSTITUTE OF AGRICULTURAL BOTANY. **Detailed descriptions of wheat, barley, oats and rye**. Cambridge, 1981. 168 p.
- OWEN, C. H.; AINSLIE, M. M. **Handbook on varietal identification by kernel characters, barley, wheat and small oilseeds**. [S.l.]: Canadian Grain Commission, Agriculture Canadá. [s.d.]. 132 p.
- PERCIVAL, J. **The wheat plant**. London, Duckworth, 1974. 463 p.
- PETERSON, R. F. **Wheat, botany, cultivation, and utilization**. London: Leonard Hill Books, 1965. 422 p.
- PIRES, J. L. F.; VARGAS, L.; CUNHA, G. R. da. **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável**. Passo Fundo, RS: CNPT, 2011. 488 p.
- QUISENBERRY, K. S.; REITZ, L. P. **Wheat and wheat improvement**. Madison, ASA, 1967. 560 p. (Agronomy, 13).

SACCO, J. da C. **Identificação das principais variedades de trigo do sul do Brasil**. Pelotas, RS: IPEAS, 1960. 36 p. (IPEAS, Boletim Técnico, 26).

SCHEEREN, P. L. **Componentes da estatura de planta e herança do caráter comprimento do pedúnculo em trigo (*Triticum aestivum* L.)**. 1980. 93 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1980.

SCHEEREN, P. L. **Informações sobre o trigo (*Triticum* spp.)**. Passo Fundo, RS: EMBRAPA-CNPT, 1986. 34 p. (Série Documentos, 2).

SCHEEREN, P. L. **Instruções para utilização de descritores de trigo (*Triticum* spp.) e triticales (*Triticum secal* esp.)**. Passo Fundo, RS: EMBRAPA-CNPT, 1984. 32 p. (Série Documentos, 9).

ZADOKS, J. C.; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, Oxford, v. 14, p. 415-421, 1974.

3

NECESSIDADES EDAFOCLIMÁTICAS

Gilberto Rocca da Cunha¹

Aldemir Pasinato²

Márcia Barrocas Moreira Pimentel³

Fabiano De Bona⁴

Anderson Santi⁵

João Leonardo Fernandes Pires⁶

Genei Antonio Dalmago⁷

O cultivo de trigo no Brasil, até certo ponto, quebra o paradigma da concentração de produção desse cereal em zonas de clima subúmido e semiárido. Não obstante a plasticidade adaptativa apresentada pelo trigo, uma espécie que é economicamente cultivada em regiões com características ambientais (clima e solo) bastante

¹ Engenheiro-Agrônomo, Dr. e Pesquisador da Embrapa Trigo. E-mail: gilberto.cunha@embrapa.br

² Bacharel em Ciência da Computação e Analista da Embrapa Trigo. E-mail: aldemir.pasinato@embrapa.br

³ Bacharel em Ciência da Computação e Analista da Embrapa Trigo. E-mail: marcia.pimentel@embrapa.br

⁴ Engenheiro-Agrônomo, Dr. e Pesquisador da Embrapa Trigo. E-mail: fabiano.debona@embrapa.br

⁵ Engenheiro-Agrônomo, M.S. e Pesquisador da Embrapa Trigo. E-mail: anderson.santi@embrapa.br

⁶ Engenheiro-Agrônomo, Dr. e Pesquisador da Embrapa Trigo. E-mail: joao.pires@embrapa.br

⁷ Engenheiro-Agrônomo, Dr. e Pesquisador da Embrapa Trigo. E-mail: genei.dalmago@embrapa.br

diferentes, sabe-se que tanto o rendimento de grãos quanto a qualidade tecnológica do produto colhido são influenciados pelas características edafoclimáticas locais.

No Brasil, onde o cultivo de trigo estende-se por ampla região, abrangendo zonas climáticas temperadas, subtropicais e tropicais, ocupando solos com e sem alumínio trocável, de classes texturais e com aptidão para usos agrícolas distintos, o entendimento das relações entre necessidade da cultura e disponibilidade de recursos do ambiente é fundamental para a produção desse cereal em bases competitivas e sustentáveis.

O objetivo deste capítulo é apresentar análise da geografia da produção de trigo no Brasil, tomando como referências principais Cunha et al. (2009) e Cunha et al. (2011). É dado destaque aos sistemas de regionalização de trigo em uso no País, como Regiões Tritícolas (Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale), Regiões Homogêneas de Adaptação de Cultivares de Trigo (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Mapa) e Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Mapa).

Regiões Tritícolas Brasileiras

O Brasil, historicamente, com relação à organização da pesquisa agrícola e da sistematização do processo de transferência de tecnologia em trigo, tem sido dividido em três regiões tritícolas (Figura 3.1): sul (RS e SC operacionalmente, pois, quanto às características ambientais, abrange também o sul do PR), centro-sul (PR, MS e SP) e centro (GO, DF, MG, MT e BA, estendendo-se, atualmente, até o limite de latitude 11° S), conforme Reunião... (1969, 1984, 1985). Como principais características ambientais dessas regiões, descritas por Sousa (2004), há, na primeira e na segunda, pelo menos no sul do PR, excesso de chuva (precipitação pluvial elevada) e solos ácidos. Nas demais áreas dessa região, ocorrem precipitação pluvial menor e solos com e sem Al trocável. Na terceira região, há duas possibilidades de cultivo de trigo em solos ácidos: em sistema de sequeiro, com estresses térmico e hídrico, e com irrigação, em época de precipitação pluvial baixa ou nula e condições térmicas mais favoráveis à Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale

(REUNIÃO..., 2008). Muitas das antigas particularidades regionais ainda são consideradas pela Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale a partir de indicações técnicas com orientação em escala estadual.



- 1** - Região Sul
Precipitação pluvial elevada e solos ácidos
- 2.1** - Região Centro-Sul
Precipitação pluvial baixa e solos ácidos
- 2.2** - Região Centro-Sul
Precipitação pluvial baixa e solos sem acidez
- 3.1** - Região Centro
Calor, precipitação pluvial baixa e solos ácidos
(sistema sequeiro)
- 3.2** - Região Centro
Ambiente térmico favorável, precipitação
pluvial baixa/nula e solos ácidos
(sistema irrigado)

Figura 3.1 - Regiões tritícolas do Brasil.

Fonte: Adaptada de SOUSA, 2004.

As diferenças climáticas e edáficas entre as regiões produtoras de trigo no Brasil influem no rendimento, na qualidade tecnológica do produto colhido, na escolha de cultivares e nas práticas de manejo da cultura. Historicamente, a produção de trigo brasileira está concentrada nas regiões Sul e centro-sul, conforme mostra a Figura 3.2, ainda que os maiores rendimentos de grãos sejam obtidos na região central do país, onde predomina o sistema irrigado como principal diferencial em relação às demais.

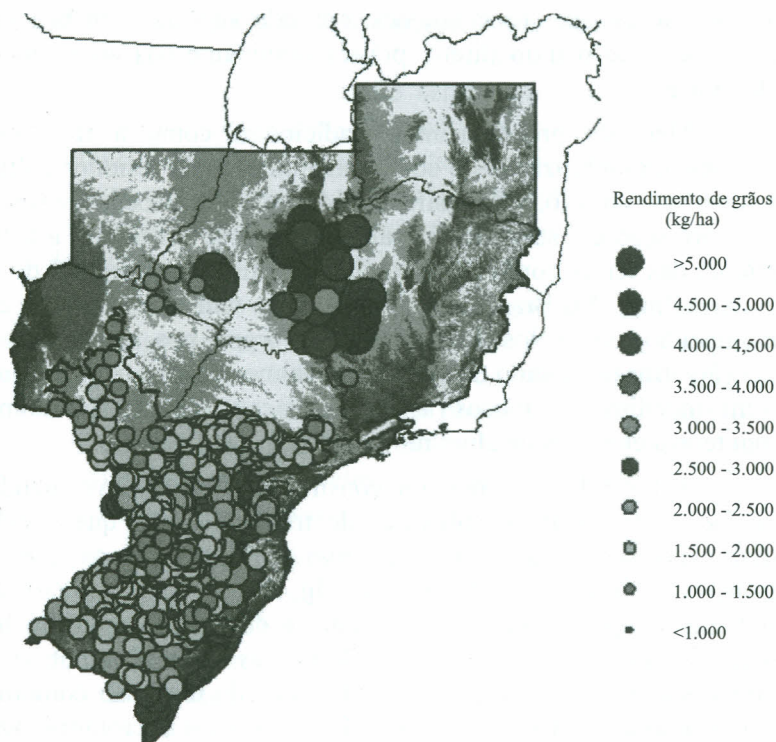


Figura 3.2 - Geografia da produção de trigo no Brasil, rendimento de grãos (kg/ha) em base municipal - estatística de produção, 2006-2010 (IBGE, 2014).

Uso agrícola das terras, fertilidade química do solo e exigências nutricionais da cultura de trigo

O manejo de cultivos baseado em princípios conservacionistas contribui de forma decisiva para o sucesso da produção agrícola, pois assegura a qualidade física, química e biológica do solo, bem como previne a degradação de recursos naturais e a poluição de sistemas do entorno. No Brasil, tais condições têm sido supridas, em boa parte, pela adoção de plantio direto, prática dominante nas áreas onde se cultiva trigo.

Além de procedimentos tradicionais como a redução ou supressão da mobilização do solo, a manutenção de resíduos culturais na superfície do solo, a diversificação de espécies associada à rotação, à consorciação e à sucessão de culturas, deve-se considerar a aptidão agrícola das terras como fator auxiliar na utilização racional do solo em agricultura. No Brasil, a cultura do trigo tem apresentado melhor desempenho em solos bem drenados, com boa capacidade de retenção/armazenamento de água (especialmente solos mais argilosos) e sem impedimentos físicos (associados à compactação) ou químicos (com teores elevados de alumínio trocável).

A fertilidade natural ou construída do solo deve atender à demanda nutricional de cultivares de trigo de modo que a cultura possa expressar seu potencial produtivo. Embora todos os elementos essenciais (B, Ca, Cl, Cu, Fe, K, Mo, Mg, Mn, N, Ni, P, S e Zn) sejam fundamentais para o pleno crescimento e desenvolvimento do trigo, observa-se que, para os solos brasileiros, as limitações nutricionais que mais afetam a produção ou a qualidade do trigo são comumente relacionadas aos macronutrientes N, P, K e S e aos micronutrientes Zn e B.

Os solos tropicais e subtropicais geralmente são pobres em N, pois possuem baixa concentração de matéria orgânica (fonte natural de N) e são expostos constantemente a precipitações pluviais elevadas, que favorecem a perda de N mineral (nitrato) no perfil do solo por meio de lixiviação. Essa baixa concentração de N no solo e a alta demanda do nutriente pela cultura do trigo – é o elemento encontrado

em maior concentração nos tecidos vegetativos (30-33 g/kg) e reprodutivos (22 g/kg) da planta de trigo (MANUAL..., 2004) – explicam a expressiva resposta produtiva do cereal à adubação nitrogenada. Além do efeito positivo na produtividade de grãos, a nutrição com N está intimamente ligada aos processos fisiológicos e metabólicos (síntese de proteínas) que definem índices de qualidade tecnológica dos grãos.

Os solos brasileiros, em geral, são bastante intemperizados e têm alta capacidade de adsorção de P, que faz com que o suprimento desse elemento, via adubação, tenha grande importância para a cultura de trigo. Embora as concentrações de P no tecido vegetal não sejam muito elevadas, esse cereal é muito sensível à sua deficiência nos estádios iniciais de crescimento da planta, o que consequentemente afeta o potencial produtivo final. Plantas de trigo deficientes em P caracterizam-se por diminuição na taxa de crescimento, na altura e no sistema radicular, atraso na emergência das folhas e redução no número de afilhos, de biomassa total e de grãos.

De modo similar a N e P, a adubação com K é requerida para a cultura de trigo em praticamente todas as regiões de cultivo do cereal no Brasil, pois os teores naturais do elemento no solo são baixos e não suprem a demanda da planta. O uso intensivo de fertilizantes contendo K na formulação em culturas de verão (soja, milho etc.) diminuiu consideravelmente o aparecimento de deficiência desse elemento no trigo cultivado no período de inverno.

O S tem grande importância porque é constituinte das proteínas do glúten e, consequentemente, altera a qualidade tecnológica de grãos (BYERS et al., 1987). De modo geral, os solos brasileiros possuem teores de S acima do valor considerado limitante para a nutrição do trigo (5 mg S/dm³). Devido à interação das rotas metabólicas de N e S na planta (CRAWFORD et al., 2000), a limitação de S para o crescimento pode ocorrer mesmo com teores do nutriente acima desse valor. Segundo o clássico estudo de Dijkshoorn e van Wijk (1967), há uma relação ótima de N:S no tecido vegetal de gramíneas de, aproximadamente, 14:1. Assim, adubações de N e, ou, de S que desequilibram essa relação não atendem aos requisitos nutricionais da planta e podem prejudicar seu crescimento e desenvolvimento. O monitoramento constante das lavouras de trigo por meio de análises de solo e de tecido vegetal constitui um modo

eficiente de diagnosticar essas possíveis limitações não aparentes de nutrientes para a planta.

Problemas relacionados à disponibilidade adequada de Zn nas plantas de trigo geralmente ocorrem em solos altamente intemperizados, como os do Cerrado, e naqueles naturalmente alcalinos ou que receberam excesso de corretivos de acidez (pH alto). A deficiência de Zn manifesta-se por clorose internerval em folhas recentemente expandidas, estreitamento da bainha foliar, baixa estatura de planta e pouca emissão de afilhos (MARSCHNER, 2012). A correção é imediata por meio de adubação foliar e, posteriormente, aplicação de adubo via solo, de acordo com os resultados obtidos pelas análises de solo.

Deficiências de B ocorrem em trigo cultivado em solo com baixa matéria orgânica ou em ocasiões de restrição hídrica severa, que dificultam a mineralização do elemento B. As principais consequências da deficiência de B manifestam-se nos órgãos reprodutivos da planta, ocasionando grandes perdas de produção devido à diminuição no tamanho, na massa e no número de grãos por espiga. Análogo ao manejo da adubação com Zn, recomenda-se realizar adubação foliar com B durante a fase vegetativa do trigo e adubação complementar, via solo, com fonte do referido nutriente na semeadura da cultura subsequente.

Além das limitações de fertilidade química do solo mais comuns destacadas anteriormente, convém salientar que outros elementos essenciais, úteis e tóxicos (Al, por exemplo), devem ser monitorados continuamente por meio de análises químicas de solo e de tecido vegetal. A ausência de elementos tóxicos e a disponibilização de elementos essenciais de forma equilibrada, para a planta, são os fundamentos mínimos para que a cultura do trigo alcance patamares elevados de produção.

Regiões de adaptação de cultivares de trigo no Brasil

As regiões homogêneas de adaptação de cultivares de trigo no Brasil, conforme a Instrução Normativa nº 3, de 14 de outubro de

2008 (BRASIL, 2008a), surgiram em decorrência da necessidade de se aperfeiçoar a rede de ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU). Os ensaios de VCU integram os requisitos técnicos exigidos pelo Registro Nacional de Cultivares (RNC/Mapa), em obediência ao Decreto nº 5.153, de 23 de julho de 2004, que regulamenta a Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003 (BRASIL, 2003; BRASIL, 2004). Essa lei dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas (SNSM) e tem a finalidade de habilitar previamente cultivares para produção, beneficiamento e comercialização de sementes no País.

A partir de características ecológicas regionais (abstraindo fronteiras políticas de estados e de municípios), Cunha et al. (2006) propuseram uma reordenação das regiões homogêneas de adaptação para cultivares de trigo no Brasil (Figura 3.3). Nessa regionalização, regulamentada pela IN nº 3, de 14 de outubro de 2008 (BRASIL, 2008a), foram demarcados macroambientes por similaridade dos principais estresses bióticos e abióticos e pela organização de sistemas de produção em que o trigo se insere, com destaque para precipitação pluvial na estação de crescimento de trigo, quantidade de frio invernal (temperatura média das mínimas do mês mais frio), excesso de calor na fase de enchimento de grãos (temperatura média das máximas), altitude e série histórica de estatísticas de rendimento de grãos. Os resultados foram validados por grupo de trabalho constituído por pesquisadores atuantes em pesquisa de trigo e pertencentes aos quadros de empregados de instituições públicas e privadas, que, na época, mantinham programas de melhoramento genético de trigo no Brasil (Embrapa, Fepagro-RS, Fundacep, OR Melhoramento de Sementes Ltda., Coodetec, Iapar e IAC).

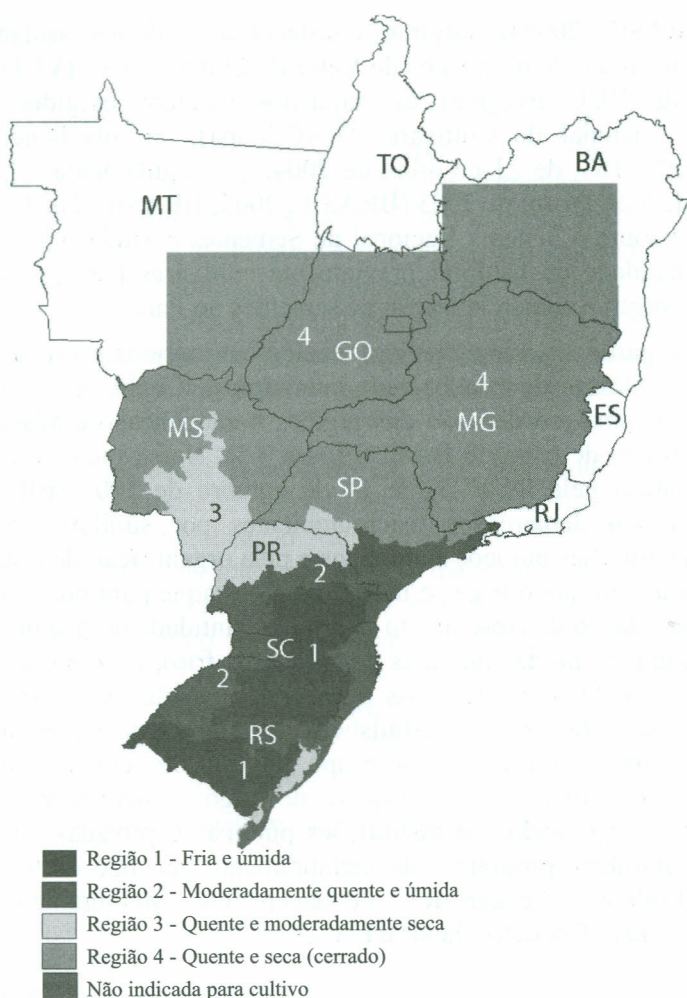


Figura 3.3 - Regiões homogêneas de adaptação de cultivares de trigo no Brasil.

Fonte: Adaptada de CUNHA et al., 2006; BRASIL, 2008a.

O regime hídrico durante a estação de crescimento de trigo, nas diversas zonas de produção (desde o extremo sul do País até o Planalto Central), define duas regiões: uma úmida e outra seca.

A região úmida em que não há estação seca e em que o total de precipitação pluvial supera o consumo de água da cultura

(evapotranspiração) vai do RS até o norte do PR. Nela, a principal limitação é a convivência com estresses associados ao excesso de umidade. Nessa zona úmida, pelo menos duas grandes divisões são presentes, quando se considera a sobreposição com o regime térmico: uma parte fria e outra moderadamente quente. A “região fria e úmida” está concentrada em áreas de maior altitude da Região Sul do País (faixa leste) e na metade sul do RS, em que, apesar da altitude baixa, há compensação pela maior latitude. A região “moderadamente quente e úmida” (com menor quantidade de frio), por sua vez, está limitada à porção oeste e a locais de menor altitude.

Os reflexos dessas diferenças regionais são perceptíveis na expressão do potencial de rendimento de trigo, tanto em estatísticas de lavouras em campos de agricultores quanto em dados da rede de ensaios experimentais. Pela condição ambiente mais favorável para trigo, maiores rendimentos (e menor variabilidade entre safras), sistematicamente, têm sido obtidos na zona “fria e úmida”, em decorrência de maior altitude/latitude. Isso se explica por uma condição mais favorável para definir o número de grãos por unidade de área, que é o principal componente de rendimento de trigo; especialmente em função da relação entre radiação solar e temperatura (quociente fototermal), no período que vai de 20 dias antes até 10 dias após a antese/floração (CUNHA et al., 2009).

Uma região quente e moderadamente seca (porém ainda passível de cultivo de trigo em sequeiro) pode ser identificada no norte do PR, sul de SP e parte do território do MS. Essa zona, apesar da possibilidade de estresse hídrico na fase de prefloração em alguns anos, caracteriza-se por uma condição ambiente extremamente favorável para a produção de trigo, em termos de expressão de potencial de rendimento e índices de qualidade tecnológica do produto colhido.

Por último, encontra-se uma região “quente e seca”, envolvendo partes dos estados de SP, GO, MS, MT e BA, além de MG e do Distrito Federal. Nela, tanto estresse térmico (excesso de calor) quanto hídrico (deficiência de água) fazem-se presentes. Nessa ampla região, trigo pode ser cultivado em sequeiro (restrita a algumas áreas de maior altitude do Planalto Central) e em sistema irrigado, em época do ano mais favorável. As áreas de maior aptidão para cultivo de trigo nessa parte do Brasil são as de altitude elevada (pelos reflexos

no regime térmico, preferencialmente acima de 800 m). Nelas, as condições na época seca do ano (entre maio e setembro) são favoráveis à obtenção de rendimento elevado e à expressão de bons atributos de qualidade tecnológica sob irrigação de cultivares de trigo com pouca exigência em frio e que apresentam certa insensibilidade fotoperiódica.

Zoneamento Agrícola de Risco Climático

O Governo Federal, para fazer frente às taxas de sinistralidade elevadas que caracterizavam a agricultura brasileira, com índices de 16,3% nas culturas de verão e de 21,6% nas culturas de inverno (GÖEPFERT et al.,1993), implementou, em 1996, o programa de zoneamento agrícola de risco climático, em apoio a políticas públicas de crédito e securidade rural. Na época, o Tesouro Nacional tinha dispêndios da ordem de R\$150 milhões ao ano, para complementar os recursos arrecadados com o Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro) diante dos gastos com pedidos de cobertura (ROSSETTI, 2001).

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC), configurado como instrumento de política agrícola e de gestão de riscos na agricultura, entrou em operação no Brasil, em 1996, com a cultura do trigo, e foi eficiente em colocar o conhecimento científico sobre zoneamento agrícola no Brasil à disposição de usuários. Uma síntese dos trabalhos que deram sustentação científica à implementação operacional da proposta de ZARC para a cultura de trigo pode ser encontrada em Cunha et al. (2001). Pela via da integração entre política de crédito e securidade rural e orientações sobre períodos de semeadura por município, cultura/cultivar e tipo de solo, o ZARC atuou como indutor de tecnologia, possibilitando uma substancial redução no percentual de perdas causadas por adversidades climáticas não controláveis na agricultura brasileira (ROSSETTI, 2001).

O ZARC, no âmbito do Mapa, está vinculado à Secretária de Política Agrícola, cujo Departamento de Gestão de Risco Rural contempla a Coordenação Geral de Zoneamento Agropecuário, que é o órgão responsável pela revisão anual das portarias de ZARC

publicadas no Diário Oficial da União (DOU) para a vigência na safra indicada. Em cada portaria, estão incluídos os seguintes itens:

1) Nota técnica: apresenta resumidamente a metodologia do zoneamento para cada cultura e unidade da federação.

2) Tipos de solo: agrupados em três categorias conforme sua capacidade de reter água - arenoso (Tipo 1); textura média (Tipo 2); e argiloso (Tipo 3) - conforme disposto na Instrução Normativa nº 2, de 9 de outubro de 2008 (BRASIL, 2008b).

3) Tabela de períodos de plantio/semearura: indica a época para o início da semearura por decêndios (períodos de dez dias), do primeiro (de 1º a 10 de janeiro) até o último do ano (de 21 a 31 de dezembro).

4) Cultivares indicadas: no caso de culturas anuais, são listados todos os cultivares indicados para cultivo no País, reunidos em grupos com características homogêneas. Esses cultivares, necessariamente, são inscritos no Registro Nacional de Cultivares (RNC). As empresas obtentoras (as que desenvolvem), mantenedoras (as que detêm a proteção) e, ou, representantes legais dos cultivares indicados nas Portarias de Zoneamento Agrícola de Risco Climático são responsáveis pelo envio de informações ao Mapa, em formulários específicos para cada cultura, apresentando características agronômicas e regiões de adaptação de cada cultivar.

5) Tabela de municípios: relação de municípios indicados para o plantio da cultura no estado a que se refere a Portaria. Também são indicados os períodos de plantio (início e fim) para cada município, por tipo de solo e por grupo de cultivar.

Para fazer jus ao Proagro, ao Proagro Mais e à subvenção federal ao prêmio do seguro rural, o produtor deve observar as recomendações das Portarias anuais do ZARC. Alguns agentes financeiros condicionam a concessão de crédito rural ao uso do zoneamento agrícola do Mapa.

Regionalização para épocas de semearura

A definição do período mais adequado para semearura de trigo, independentemente de local, exige que se leve em consideração

várias questões. A primeira, e mais relevante, é a avaliação de características do meio físico (clima e solo) diante das exigências fisiológicas da espécie. Não podem ser excluídos da análise os sistemas de produção agrícola economicamente importantes para a região (trigo e soja no sul do Brasil, por exemplo), a estratégia adotada de escape de riscos climáticos e os aspectos econômicos e sociais relacionados.

Para um triticultor, a definição do momento de semeadura e a escolha da cultivar são decisões agrônômicas sobre as quais não deveriam pairar dúvidas. Uma vez estabelecida a lavoura, essas escolhas são irreversíveis. A partir do dia da semeadura, as condições de ambiente passarão a influir sobre a definição do rendimento final e da qualidade tecnológica do produto que será colhido.

Como regra geral, porém não exclusiva, procura-se indicar como período de semeadura preferencial aquele no qual a cultura consegue completar o ciclo (semeadura até a colheita) sob as melhores condições de ambiente. E, ainda, deve-se buscar ajuste adequado entre disponibilidades do ambiente e exigências da cultura/cultivar. Além dos aspectos inerentes ao escape dos riscos associados à variabilidade climática natural, também devem ser levadas em consideração a capacidade operacional do produtor rural (disponibilidade de máquinas, acesso à mão de obra etc.) e as condições de umidade do solo (seca ou excesso de água) para suportar trabalho mecanizado sem degradação da sua estrutura física, por exemplo.

O que se busca, nesse caso é sintonizar mais adequadamente possível as exigências da planta com as disponibilidades do ambiente. A partir de grupos de cultivares que possuem características comuns, deve-se fazer uma análise das três fases de desenvolvimento de uma cultura de trigo (vegetativa, reprodutiva e enchimento de grãos) e de seus momentos críticos (formação de componentes de rendimento e de definição da qualidade tecnológica dos grãos colhidos).

O rendimento potencial de trigo é construído antes da floração (antese). Os estresses que ocorrem na fase de enchimento de grãos podem comprometer o rendimento tanto quantitativamente (acelerando ou interrompendo o enchimento dos grãos) quanto qualitativamente (influindo na deposição de proteínas, na relação gliadinas:gluteninas, no valor de PH, ou iniciando o processo de

germinação dos grãos em pré-colheita etc.). Portanto, no momento da semeadura, deve-se considerar as possíveis condições às quais a cultura será submetida ao longo do crescimento, na etapa de enchimento de grãos e, particularmente, no momento da colheita.

Dentro da estação de crescimento do trigo, épocas de semeadura diferentes podem exigir sistemas de manejo da cultura também diferentes. O mais sensato, na busca pela melhor época de semeadura, é tomar decisões embasadas em integração de informações, desde as obtidas em experimentos clássicos de épocas de semeaduras e manejo de cultivo, passando por caracterizações de exigências/respostas da cultura ou de grupo de cultivares, até o uso de base de dados (clima e solo). Potencializar o rendimento e escapar dos riscos é o ideal. Semeaduras antecipadas especialmente no sul do Brasil, na busca por rendimentos elevados, próximos do potencial de rendimento de cada cultivar, não raro implicam maior predisposição da cultura do trigo a riscos por danos ocasionados por geadas no espigamento e, ou, na floração.

Com a melhoria das previsões de tempo e clima, as indicações de épocas de semeadura para trigo (ou para qualquer outra cultura agrícola) serão um conceito dinâmico. Por enquanto, deve-se seguir o calendário preconizado pelo ZARC, que é, anualmente, oficializado pelo Mapa, como forma de sustentação de políticas de crédito e de securidade rural no Brasil. O ZARC é um instrumento de política agrícola e de gestão de riscos na agricultura, com o objetivo de minimizar riscos relacionados aos fenômenos climáticos e não a potencialização de rendimento dos cultivos.

A Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale segue as Portarias do ZARC em suas informações técnicas anuais (REUNIÃO..., 2013; por exemplo) para indicação de época de semeadura de trigo no Brasil. Na safra 2013, o ZARC definiu, em portarias disponíveis no portal do Mapa (www.agricultura.gov.br) e publicadas no DOU, a possibilidade de cultivo de trigo em oito unidades da federação (RS, SC, PR, SP, MS, GO, MG e MT) e no Distrito Federal, com as especificações de períodos de semeadura definidos conforme o sistema de cultivo (sequeiro/irrigado), o tipo de solo (1, 2 e 3), região homogênea de adaptação de cultivares de trigo (1, 2, 3 e 4) e o grupo de cultivares (I, II e III).

Considerações finais

Não obstante os ganhos advindos da implementação do Zoneamento Agrícola de Risco Climático pelo Mapa, desde a safra de 1996 no caso do trigo, do avanço alcançado com a delimitação das Regiões Homogêneas de Adaptação de Cultivares de Trigo e do novo Regulamento Técnico do Trigo no Brasil (Instrução Normativa do Mapa nº 38, de 30 de novembro de 2010; BRASIL 2010) como bases para implementação operacional de políticas de crédito, securidade e comercialização de trigo no Brasil, ainda há possibilidade de aperfeiçoamento do sistema de regionalização vigente no País, em conformidade com regras e demandas de mercado.

Com o intuito de construir uma triticultura brasileira efetivamente competitiva e que goze de reconhecimento, sugere-se uma iniciativa pactuada pelos agentes do complexo agroindustrial do trigo para a criação de identidade do trigo do Brasil. Isso pode ser feito a partir de novo sistema de zoneamento agrícola, integrando normas vigentes e novas, de competência do Mapa, regulamentando políticas de crédito, securidade rural, registro e proteção de cultivares e comercialização com os seguintes objetivos:

1 – Aprimorar/qualificar o processo de indicação de cultivares de trigo em conformidade com o potencial de adaptação edafoclimática e aptidão tecnológica, pela integração de normas do ZARC (Portarias estaduais de zoneamento agrícola), do registro/proteção de cultivares, das Regiões Homogêneas de Adaptação de Cultivares de Trigo (Instrução Normativa do Mapa n.º 3, de 14 de outubro de 2008) e do Regulamento Técnico do Trigo no Brasil (Instrução Normativa do Mapa n.º 38, de 30 de novembro de 2010).

2 – Regionalizar cultivares por aptidão tecnológica por classe comercial de trigo no Brasil (Melhorador, Pão, Doméstico, Básico e Outros Usos, segundo a Instrução Normativa nº 38, de 30 de novembro de 2010), em função da disponibilidade de recursos do ambiente (clima e solo, especialmente), com base em rede de experimentação independente e seguindo protocolo único, com o reconhecimento dos obtentores vegetais no País.

3 – Criar identidade regional para o trigo brasileiro, com atrelamento em norma reconhecida pelo mercado e pactuada pelos agentes do

complexo agroindustrial. Inclui-se nisso, por relevante, a rediscussão do Regulamento Técnico do Trigo no Brasil (Instrução Normativa do Mapa n.º 38, de 30 de novembro de 2010), contemplando denominações de classes, mudança de orientação pelo uso para procedência/denominação de origem, ou outro critério que mais se aproxime dos usados pelos principais países produtores/exportadores de trigo.

Referências

- BYERS, M.; FRANKLIN, J.; SMITH, S. J. The nitrogen and sulphur nutrition of wheat and its effects on the composition and baking quality of the grain. **Aspects of Applied Biology, Cereal Quality**, v. 30, p. 337-344, 1987.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 3, de 14 de outubro de 2008. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 15 out. 2008a.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 2, de 9 de outubro de 2008. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 13 out. 2008b.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 38, de 30 de novembro de 2010. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 1º Dez. 2010.
- BRASIL. Presidência da República. Lei n.º 10.711, de 5 de agosto de 2003. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 6 Ago. 2003.
- BRASIL. Presidência da República. Decreto n.º 5.153, de 23 de julho de 2004. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 26 Jul. 2004.
- CRAWFORD, N. M.; KAHN, M. L.; LEUSTEK, T.; LONG, S. R. Nitrogen and sulphur. In: BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. (Ed.) **Biochemistry and Molecular Biology of Plants**. Rockville, MD, USA: American Society of Plant Physiologists, 2000. p. 786-849.
- CUNHA, G. R.; HAAS, J. C.; MALUF, J. R. T. et al. Zoneamento agrícola e época de semeadura para trigo no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, p. 400-414, 2001.
- CUNHA, G. R.; PASINATO, A.; PIMENTEL, M. B. M. et al. Regiões para trigo no Brasil: ensaios de VCU, zoneamento agrícola e época de semeadura. In: PIRES, J. L. F.; VARGAS, L.; CUNHA, G. R. (Ed.). **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2011. p. 27-40.
- CUNHA, G. R.; PIRES, J. L. F.; DALMAGO, G. A. et al. Trigo. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (Ed.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: INMET, 2009. p. 279-293.

CUNHA, G. R.; SCHEEREN, P. L.; PIRES, J. L. F. et al. **Regiões de adaptação para trigo no Brasil**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2006. 10 p. html. (Embrapa Trigo - Circular Técnica Online, 20). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/ci/p_ci20.htm>.

DIJKSHOORN, W.; VAN WIJK, A. L. The sulphur requirements of plants as evidenced by the sulphur-nitrogen ratio in the organic matter: a review of published data. **Plant and Soil**, v. 26, p. 129-157, 1967.

GÖEPFERT, H.; ROSSETTI, L. A.; SOUZA, J. **Eventos generalizados e segurança agrícola**. Brasília: IPEA, 1993. 65 p.

IBGE. Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=99&z=t&o=26>>. Acesso em: 15 Jan. 2014.

MANUAL de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul – Comissão de Química e Fertilidade do Solo-RS/SC, 2004. 440 p.

MARSCHNER, P. **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. London: Elsevier, 2012. 651 p.

REUNIÃO Anual Conjunta. **Ata da Reunião Anual Conjunta**. Pelotas, RS: IPEAS, 1969.

REUNIÃO da Comissão Centro-Sul Brasileira de Pesquisa de Trigo. **Recomendações da Comissão Centro-Sul Brasileira de Trigo para 1985**. Londrina, PR: IAPAR, 1985.

REUNIÃO da Comissão Centro Brasileira de Pesquisa de Trigo. 1984. **Recomendações da Comissão Centro Brasileira de Pesquisa de Trigo para 1985**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1984. 49 p.

REUNIÃO da Comissão Brasileira de Trigo e Triticale. **Informações Técnicas para a safra de 2008**. Londrina, PR: Embrapa-Soja, 2008. 174 p.

REUNIÃO da Comissão Brasileira de Trigo e Triticale. **Informações Técnicas para trigo e triticale - Safra 2013**. Londrina, PR: IAPAR, 2013. 220 p.

ROSSETTI, L. A. Zoneamento agrícola em aplicações de crédito e segurança rural no Brasil: aspectos atuariais e de política agrícola. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, p. 386-399, 2001.

SOUSA, C. N. A. **Cultivares de trigo indicadas para cultivo no Brasil e instituições criadoras**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2004. 138 p.

PREPARO DO SOLO E PLANTIO

4

João Leonardo Fernandes Pires¹

Henrique Pereira dos Santos²

Para a produção competitiva de trigo no Brasil é fundamental o planejamento da lavoura, contemplando a adoção de “práticas sustentáveis de manejo dos cultivos”, do enfoque de “fatores promotores do rendimento de grãos” e da visão de “sustentabilidade da cultura/sistema”. Nesse sentido, o estabelecimento da lavoura é o momento em que são definidos vários fatores promotores do rendimento de grãos que maximizarão a utilização dos recursos do ambiente e do manejo empregado. Atualmente, várias dessas práticas apresentam especificidade por cultivar, por região homogênea de adaptação, por nível de investimento, pela expectativa de rendimento de grãos, entre outros. Alguns fatores fundamentais para o correto estabelecimento da lavoura de trigo serão discutidos na sequência, baseando-se em práticas já validadas pela pesquisa e indicadas para produtores de trigo no Brasil.

¹ Engenheiro-agrônomo, Dr. e Pesquisador da Embrapa Trigo. E-mail: joao.pires@embrapa.br

² Engenheiro-agrônomo, Dr. e Pesquisador da Embrapa Trigo. E-mail: henrique.santos@embrapa.br

Planejamento da lavoura

Admite-se que 52 fatores podem ser identificados como responsáveis pelo crescimento e desenvolvimento das culturas agrícolas. Os produtores rurais têm a capacidade de controlar 45 deles, e esses (e suas interações) devem estar em níveis adequados para a obtenção de rendimentos elevados de grãos. Fatores como temperatura do ar e do solo, radiação solar, precipitação pluvial e dióxido de carbono, por exemplo, somente podem ser influenciados indiretamente (TISDALE et al., 1985). Portanto, no planejamento da lavoura, a tomada de decisão de manejo é muito importante na definição do sucesso do empreendimento. Sobre manejo de trigo, há muita informação disponível, proveniente de diferentes fontes: produtores rurais, assistentes técnicos, órgãos de extensão rural oficiais e privados, instituições de pesquisa, universidades, empresas de insumos, entre outros. A ampla quantidade de informações (não raro contrastantes) muitas vezes dificulta a escolha do melhor conjunto de práticas a ser adotado. O produtor rural deve buscar informações que indiquem práticas validadas pela pesquisa e que tenham maior chance de sucesso na sua região. Nesse sentido, as “Informações Técnicas para Trigo e Triticale (REUNIÃO..., 2013)”, publicadas anualmente pela Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, é fonte de informações que pode subsidiar esse tipo de tomada de decisão.

Algumas ações de manejo de trigo são fundamentais nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura e devem ser planejadas antes mesmo da implantação da cultura, podendo ser classificadas conforme a seguinte sequência:

Em pré-semeadura:

- escolha de áreas para semeadura de trigo, devendo-se evitar aquelas mal drenadas e, ou, com exposição a temperaturas muito baixas;
- obedecer ao planejamento do programa de rotação/sucessão de culturas;
- adotar práticas conservacionistas do solo e da água;
- definir sistemas de cultivo: convencional, mínimo ou semeadura direta;

- realizar análise de solo;
- definir a estratégia de adubação e, ou, calagem;
- escolher cultivares observando diversificação, adaptação à região, características agrônômicas, potencial de rendimento, perfil de qualidade tecnológica, nível de investimento pretendido e demanda principal do mercado;
- programar a semeadura no período estabelecido pelo Zoneamento Agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o município;
- estabelecer a densidade de semeadura de acordo com a indicação do obtentor do cultivar, com o potencial de rendimento, e com o investimento desejado;
- verificar a disponibilidade e regulagem de máquinas e implementos;
- tratar sementes, quando for o caso, com produtos indicados pela pesquisa e registrados para a cultura; e
- programar a comercialização dos grãos com vistas a maximizar o retorno dos investimentos.

Na semeadura:

- utilizar sementes de qualidade (pureza, vigor, poder germinativo, sanidade e origem);
- observar a melhor umidade do solo;
- respeitar a época indicada pelo zoneamento agrícola do MAPA;
- utilizar densidade adequada (geralmente entre 300 e 330 sementes aptas/m²), mas com variações de acordo com cultivar, ciclo, região, época de semeadura, sistema de produção, nível de investimento em insumos, expectativa de rendimento, entre outros;
- utilizar a profundidade de 2 a 5 cm;
- utilizar o espaçamento entre linhas de 17 a 20 cm;
- realizar o manejo de resíduos culturais e plantas daninhas; e
- realizar adubação conforme análise de solo e estratégia definida no planejamento da lavoura.

Na emergência/afilhamento:

- seguir orientações relacionadas com tecnologia de aplicação de defensivos conforme equipamentos disponíveis;
- efetuar a adubação nitrogenada de cobertura conforme análise de solo, cultivar, região, expectativa de rendimento, indicação do obtentor para o cultivar, entre outros; e
- utilizar práticas de manejo integrado de insetos-praga, doenças e plantas daninhas, com atenção especial para ferrugem da folha, oídio, pulgões e plantas daninhas.

Manejo do Solo

Preparo do solo

Os solos utilizados pela triticultura no Brasil são, predominantemente, Latossolos, Argissolos e Neossolos, e Plintossolos, Cambissolos e Nitossolos em menores proporções. Em geral, Latossolos e Argissolos são solos profundos, bem drenados e distribuídos em relevos suave-ondulados a ondulados, sem limitações para a mecanização agrícola (STRECK et al., 2008).

Alguns sistemas de preparo do solo podem ser utilizados nas lavouras de trigo no Brasil, como a semeadura convencional, o cultivo mínimo e o plantio direto. A *semeadura convencional* compreende aração e gradagens para nivelamento da área, com revolvimento do solo e incorporação de restos da cultura antecessora. Embora utilizado no passado, atualmente é pouco empregado nas áreas de trigo. O *cultivo mínimo* compreende, geralmente, uso de escarificador para realizar a mobilização do solo em camadas mais profundas que o arado, sem inversão de camadas superficiais do solo e com mínima incorporação dos resíduos culturais da superfície do solo. Tem sido utilizado por muitos produtores com o objetivo de eliminar/reduzir camadas compactadas. Alguns estudos recentes têm demonstrado que esse efeito é de curta duração, voltando ao estágio inicial em poucos meses (DENARDIN et al., 2012).

Um dos grandes saltos na agricultura do Sul do país (onde se encontra a maior área de trigo) ocorreu com o advento do *plantio*

direto, que foi adotado em larga escala no escopo da agricultura conservacionista. Na maior parte da área cultivada com trigo no Brasil utiliza-se a semeadura direta da cultura em sucessão, principalmente à soja (Tabela 4.1). O sistema plantio direto, no contexto da agricultura conservacionista, deve ser adotado sob o conceito de um complexo de processos tecnológicos destinados à exploração de sistemas agrícolas produtivos. Este sistema tem como benefícios a redução de perdas do solo e água por erosão, a redução de perdas de água por evaporação, a redução da incidência de plantas daninhas, a redução da taxa de decomposição da matéria orgânica do solo, da demanda de mão de obra, dos custos de manutenção de máquinas e equipamentos, e do consumo de energia fóssil, a preservação estrutura do solo e da fertilidade química, física e biológica do solo e a promoção do sequestro de carbono no solo (REUNIÃO..., 2013). Dessa forma, envolve não somente a semeadura direta do trigo após a colheita da cultura anterior, mas também um conjunto de práticas que compreende a diversificação de espécies via rotação de culturas, mobilização de solo apenas na linha de semeadura, manutenção permanente da cobertura do solo e minimização do tempo entre colheita e semeadura (processo colher-semear), além da adoção de práticas mecânicas conservacionistas (REUNIÃO..., 2013).

Tabela 4.1 - Utilização de sistemas de cultivo de trigo por região de adaptação para trigo no estado do Paraná, na safra 2008

Sistema de cultivo	RT - VCU 1*	RT - VCU 2	RT - VCU 3	Média**
Convencional	10,3	2,8	3,1	3,7
Mínimo	3,7	1,1	1,7	1,7
Plantio direto	86,0	96,1	95,1	94,6
Outro	-	-	1,0	0,5

* RT = região tritícola; VCU = valor de cultivo e uso.

** Média ponderada do percentual de cada tratamento pela área amostrada em cada região tritícola.

Fonte: CAIERÃO et al., 2009.

Semeadura em contorno

A semeadura em contorno, uma das mais antigas e efetivas práticas conservacionistas empregadas para o combate da erosão hídrica, caracteriza-se por ser de fácil aplicação e de ampla aceitação pelos agricultores (DENARDIN et al., 2011).

As fileiras de plantas são estabelecidas transversalmente ao sentido do declive, criando pequenas barreiras que impedem o livre escoamento da enxurrada e, conseqüentemente, oportunizam maior infiltração de água no solo. Esse processo, ao reduzir a velocidade e a quantidade de enxurrada que escoar na superfície do solo, dissipa a energia cisalhante da enxurrada e, em decorrência, proporciona menor erosão hídrica.

Terraceamento

Terraços são estruturas hidráulicas conservacionistas, compostas por um camalhão e um canal, construídas transversalmente ao plano de declive do terreno, de modo a seccionar o comprimento das pendentes. Essa prática objetiva controlar a erosão hídrica do solo em terrenos inclinados, mediante interceptação e disciplina da enxurrada, quando a intensidade da chuva supera a taxa de infiltração de água no solo (DENARDIN et al., 2011). O objetivo fundamental do terraceamento é reduzir riscos de erosão hídrica e proteger mananciais de superfície, como rios, lagos, represas etc. Esta prática, muitas vezes, tem seu uso diminuído no Sul, pois produtores consideram ser desnecessário. Entretanto, após chuvas intensas, frequentemente é visível sua adoção, apesar do uso do sistema de plantio direto. O uso do terraceamento também deve ser adaptado para diferentes condições de declividade, notadamente variáveis entre as regiões produtoras de trigo do país.

Cobertura permanente de solo

A cobertura do solo com plantas vivas e, ou, restos culturais tem como benefícios a dissipação da energia erosiva das gotas de chuva, a redução de perdas de solo e de água por erosão, da amplitude

de variação da temperatura do solo e da incidência de plantas daninhas, a promoção do equilíbrio da flora e fauna do solo, o favorecimento do manejo integrado de pragas, de doenças e de plantas daninhas, a preservação da umidade no solo a estabilização da taxa de reciclagem de nutrientes e a promoção da biodiversidade da biota do solo (REUNIÃO..., 2013).

Processo colher-semear

Esse processo tem como benefícios a otimização do uso da terra, por proporcionar maior número de safras por ano agrícola, a redução de perdas de nutrientes liberados pela decomposição de resíduos vegetais, a promoção da fertilidade química, física e biológica do solo, o estímulo à diversificação de épocas de semeadura e a imitação, nos sistemas agrícolas produtivos, dos fluxos de matéria orgânica observados nos sistemas naturais (REUNIÃO..., 2013).

Rotação e Sucessão de Culturas

A rotação de culturas tem como benefícios a promoção da biodiversidade, o favorecimento do manejo integrado de pragas, de doenças e de plantas daninhas, a promoção de cobertura permanente do solo, a diversificação e estabilização da produtividade, a racionalização de mão de obra e a redução do risco de perdas de renda (REUNIÃO..., 2013).

Embora seja pequeno o efeito no controle da erosão, a rotação de culturas assume importância como prática adicional para a manutenção da capacidade de produção dos solos (REUNIÃO..., 2013). A semeadura anual de trigo, triticale, cevada, centeio ou avevém na mesma área é a principal causa de doenças do sistema radicular dessas espécies (SANTOS et al., 2011). Culturas como aveia-branca, aveia-preta, nabo-forrageiro, canola e leguminosas em geral constituem as melhores opções num sistema de rotação, visando ao controle dessas doenças. Nas Tabelas 4.2 e 4.3, apresentam-se alguns sistemas de sucessão-rotação de culturas envolvendo trigo para diferentes condições de cultivo no Brasil.

Tabela 4.2 - Exemplos de sistemas de rotação/sucessão de culturas envolvendo trigo no Sul do Brasil

Ano	1		2		3		4		5	
Sistema	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão
1	Trigo	Soja	Ervilhaca	Milho	*	*	*	*	*	*
2	Trigo	Soja	Aveia-branca	Soja	Ervilhaca	Milho	*	*	*	*
3	Trigo	Soja	Girassol (ou aveia-preta)	Soja	Aveia-branca	Soja	Ervilhaca	Milho	*	*
4	Trigo	Soja	Trigo	Soja	Aveia-branca	Soja	Ervilhaca	Milho	*	*
5	Trigo	Soja	Trigo	Soja	Girassol (ou aveia-preta)	Soja	Aveia-branca	Soja	Ervilhaca	Milho

* Repete o sistema.

Fonte: SANTOS et al., 1998.

Um exemplo das possibilidades de inclusão do trigo em diferentes sistemas de rotação/sucessão de culturas e das especificidades regionais pode ser verificado no Paraná (Tabela 4.3), por meio da análise de sistemas efetivamente empregados pelos produtores ou com possibilidades de utilização. Verifica-se, nesses exemplos, que é fundamental a adaptação regional dos sistemas que envolvem trigo pela necessidade de redução de riscos climáticos, potencialização do rendimento de grãos e, ou, intensificação dos sistemas produtivos no caso de grãos, em que o produtor busca utilizar o maior número possível de culturas por ano.

Tabela 4.3 - Exemplos de possibilidades de inclusão do trigo em diferentes regiões do estado do Paraná

Mês											
Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Macrorregião tritícola 1 - Sul											
Trigo				Soja				Cobertura outonal			
Trigo				Milho							
Macrorregião tritícola 2 – Oeste baixa											
Aveia			Soja (cedo)			Milho safrinha			Trigo		
Feijão (1ª safra)					Milho (Tarde)			Trigo			
Aveia			Milho (cedo)			Feijão (2ª safra)			Trigo		
Trigo			Soja			Soja ou feijão (2ª safra)					
Macrorregião tritícola 2 – Central alta											
Trigo			Milho			Pousio			Trigo		
Trigo			Soja						Trigo		
Aveia			Milho (cedo)			Feijão (2ª safra)			Trigo		
Feijão (1ª safra)					Milho (tarde)			Trigo			
Feijão (1ª safra)					Soja (tarde)			Trigo			
Trigo			Milho			Soja (2ª safra)					

Continua...

Tabela 4.3 - Cont.

Mês											
Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Macrorregião tritícola 3 – Norte											
Trigo					Soja						
Trigo			Soja							Trigo	
					Milho verão				Trigo		

Fonte: FOLONI, 2013.

No Brasil central, devido principalmente ao regime hídrico diferente da região tradicionalmente produtora de trigo, com estações úmida e seca bem definidas, as opções de encaixe do trigo apresentam algumas peculiaridades. O trigo na região centro-oeste pode ser utilizado em sistema de sequeiro ou irrigado. No primeiro caso, o trigo é semeado no final da época das águas (geralmente fevereiro) para melhor aproveitamento das últimas chuvas e para que a maturação e a colheita ocorram no início da época seca (favorecendo a qualidade de grãos). Nesse sistema, os rendimentos de grãos são, geralmente, baixos e apresentam grande variabilidade entre anos e épocas de semeadura (dependendo do regime hídrico no final da época das chuvas e da ocorrência de brusone). A semeadura que será irrigada será feita geralmente em maio, já na estação seca. Nesse período, ocorre suplementação hídrica via irrigação com pivôs. Nesse sistema, devido ao uso da irrigação (com aplicação nos momentos críticos e limitação na etapa final do ciclo para privilegiar a qualidade tecnológica dos grãos colhidos), além do uso de insumos e manejo para potencializar o rendimento da cultura, são obtidos os maiores rendimentos de trigo do Brasil, chegando a 6.000-7.000 kg/ha em lavouras.

Semeadura

Arranjo de plantas

Mudanças no arranjo de plantas podem afetar positiva ou negativamente o potencial de rendimento de trigo e, ou, em conjunto

com outras práticas de manejo e cultivares, aumentar ou minimizar o risco de perdas, por exemplo, por acamamento. O arranjo das plantas na lavoura pode ser modificado pela alteração no espaçamento entre linhas, pela variação na população de plantas (função da densidade de semeadura, do poder germinativo das sementes, vigor das sementes e perdas causadas por pragas e doenças, entre outros), que define a área (e a conformação desta área) teoricamente disponível para cada planta (Figura 4.1) e por uma série de relações envolvendo interações de competição entre plantas de trigo e com plantas daninhas, aproveitamento de fatores do meio (luz, água e nutrientes) e riscos (estiolamento, acamamento, dinâmica de pragas e doenças, entre outros).

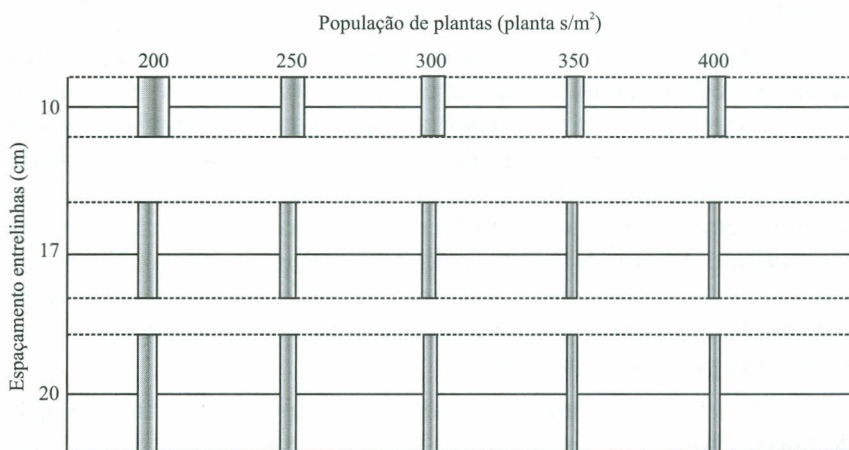


Figura 4.1 - Representação esquemática da área disponível para cada planta de trigo na lavoura em diferentes arranjos (combinação de população de plantas e espaçamento entre linhas).

A definição do arranjo de plantas deve ser feita no planejamento da lavoura e estabelecido de forma eficiente com a utilização de equipamentos que permitam a implantação almejada. Atualmente, dispõe-se no Brasil de semeadoras/adubadoras que permitem semeadura de trigo em diferentes arranjos e condições de cultivo. A seleção das semeadoras deve considerar alguns requisitos básicos que compreendem a eficiência no rompimento do solo, a

versatilidade, a precisão e a uniformidade, a servibilidade e a qualidade. Os mecanismos de distribuição de sementes mais utilizados nas semeadoras são rotor acanalado reto, rotor acanalado helicoidal, rotor dentado vertical, e rotor horizontal com discos perfurados. Já para mecanismos de distribuição de fertilizantes os mais utilizados nas semeadoras empregadas para trigo são: rotor acanalado reto; rotor acanalado helicoidal, rotor dentado horizontal (roseta); rotor dentado vertical, e rosca sem-fim. Segundo Sattler (2000), o rotor dentado vertical é o mecanismo de distribuição de sementes que apresenta melhor desempenho na dosagem de sementes de trigo, seguido pelo mecanismo de rotor acanalado helicoidal. No caso de distribuição de fertilizantes, destaca-se em desempenho o rotor dentado vertical, seguido pela rosca sem-fim e rotor dentado horizontal.

A regulagem da semeadora adubadora pode ser feita por dois métodos: roda suspensa (máquina estática) e máquina em movimento. No primeiro, deve-se suspender a roda motriz, quantificar o seu perímetro, girá-la pelo número de voltas correspondente à distância de coleta estabelecida (usualmente 10 voltas). Na regulagem com máquina em movimento, estabelecer um deslocamento para a coleta (usualmente 50 m). Nos dois métodos, devem-se coletar e pesar a semente e o fertilizante e verificar a conformidade com a dose pretendida. Na Tabela 4.4, apresenta-se um exemplo de regulagem de semeadora pelos dois métodos.

O trigo pode produzir rendimentos elevados em faixa ampla de população de plantas (Figura 4.2). Essa faixa depende do cultivar, do tipo de planta, da fertilidade do solo e das condições ambientais (precipitação pluvial, temperatura, etc.). A plasticidade do trigo pode ser explicada em parte pela produção de afilhos com espigas férteis, o que confere à cultura capacidade de ocupar espaços vazios entre uma planta e outra (MUNDSTOCK, 1999). A possibilidade de variação no tamanho da espiga (relacionado com número de espiguetas e número de grãos por espiga) com a variação na população de plantas é outro exemplo de característica que pode auxiliar na estabilização do rendimento de grãos em trigo. Esta característica é dependente do cultivar e também pode ser afetada pelas condições ambientais e de manejo.

Tabela 4.4 - Exemplo de regulagem de semeadora/adubadora de trigo pelo método da máquina em movimento para a população desejada de 300 plantas/m² e fertilizante de 300 kg/ha

Etapa	Regulagem da vazão de sementes	Cálculo para 300 plantas/m ²	Regulagem da vazão de fertilizantes	Cálculo para 300 kg/ha
1	Correção do poder germinativo e outros fatores considerando o índice de 90%	$\text{Sementes/m}^2 = 300/0,9 = 333$	Calcular o correspondente para 1,0 m ²	$\text{Gramas/m}^2 = 300/10 = 30 \text{ g/m}^2$
2	Supondo peso de mil sementes de 40 g, a quantidade de sementes por ha (kg) é	$\text{Sementes (kg/ha)} = 333 \times 0,4 = 133,2 \text{ kg/ha}$	Considerando o espaçamento entre linhas de 0,17 m, calcular a quantidade de fertilizante por metro de linha	$\text{Gramas/m} = 30 \times 0,17 = 5,1 \text{ g/m}$
3	Considerando o espaçamento entre linhas de 0,17 m, calcular as sementes por metro de linha	$\text{Sementes/m} = 333 \times 0,17 = 56,6 \text{ sementes/m de linha}$	Para deslocamento de 50 m, tem-se	$\text{Gramas/linha} = 5,1 \times 50 = 255 \text{ g}$
4	Para peso de mil grãos de 40 g, calcula-se o peso de sementes a serem coletadas por metro de deslocamento	$\text{Gramas/m} = 56,6 \times 0,04 = 2,264 \text{ g/m}$		
5	Para deslocamento de 50 m tem-se	$\text{Gramas/linha} = 2,264 \times 50 = 113 \text{ g}$		

Fonte: Adaptado de SATTTLER, 2000.

Densidades mínimas para garantir níveis adequados de rendimento de grãos vão depender muito das condições de ambiente (como fertilidade do solo e disponibilidade hídrica) para permitir níveis de afilamento igualmente adequados. Já em população muito elevada, a produção de grãos será baseada, quase exclusivamente, na produção da planta-mãe. Nesses casos, aumenta o número de plantas que não emitem espigas ou, caso emitam, são pequenas. Em populações extremamente elevadas, outro inconveniente é a criação de um microambiente caracterizado por umidade relativa elevada no interior do dossel, favorecendo o estabelecimento de doenças no início do ciclo da cultura em função da folhagem muito fechada (MUNDSTOCK, 1999).

O estabelecimento da população ideal é feito conforme a análise da curva de resposta do cultivar para rendimento de grãos, com nível de segurança para possíveis perdas de rendimento de grãos. Mundstock (1999) apresenta muito bem a lógica utilizada na definição da população adequada. Podem-se observar, na Figura 4.2, um caso real de reposta de cultivar de trigo ao aumento da população e as possíveis escolhas de população.

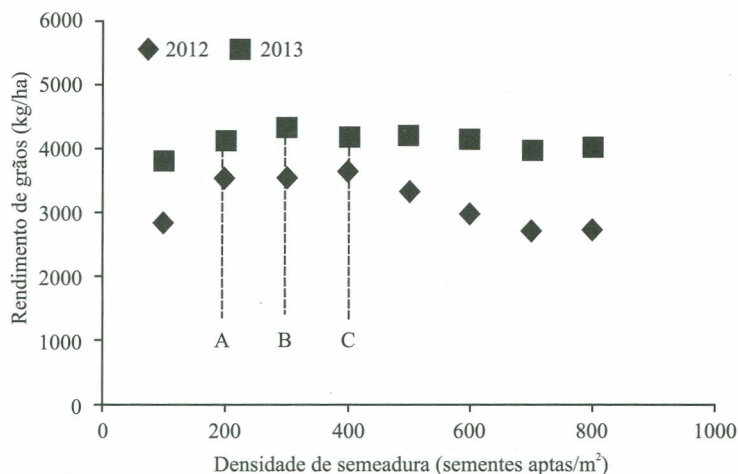


Figura 4.2 - Rendimento de grãos do cultivar de trigo BRS Parrudo em densidade de semeadura de 100 a 800 sementes viáveis/m² em Passo Fundo, RS, nas safras 2012 e 2013. (A – alta capacidade de afilamento e condições ideais; B – maior densidade que ainda produz o máximo – produção planta-mãe; C – buscada – ponto de segurança entre A e B).

Muitos produtores rurais, para não correr risco por baixa população de plantas, acabam utilizando populações excessivamente elevadas ou acima de uma zona de segurança. Esta prática, além de onerar os custos de produção da lavoura, dependendo da situação, pode aumentar os riscos de acamamento e os problemas sanitários na lavoura. No caso contrário, em que são utilizadas populações de plantas muito baixas (abaixo do nível de segurança), pode não haver capacidade do cultivar e suprimento das condições ambientais suficientes para que ocorra compensação nos componentes do rendimento, de tal maneira a permitir a obtenção de rendimentos elevados.

Apesar de a escolha da população de plantas parecer uma decisão simples, ela está relacionada com vários outros fatores de produção e com os custos da lavoura, devendo ser feita com racionalidade e com conhecimento da genética que está sendo utilizada e das condições locais do ambiente e do manejo de cultivo empregado.

Anualmente, a Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale publica informações técnicas sobre trigo, com as indicações de manejo consolidadas pela pesquisa. No que se refere à população de plantas efetivamente implantada na lavoura, as indicações para o Rio Grande do Sul e Santa Catarina são de densidade de semeadura de 250 sementes viáveis/m², para cultivares semitardios e tardios, e de 300 a 330 sementes viáveis/m² para cultivares de ciclo médio e precoce. Para cultivares tardios, quando semeados para duplo propósito (pastejo e colheita de grãos, ou somente pastejo), a densidade indicada é de 330 a 400 sementes viáveis/m². Nos estados do Paraná, Mato Grosso do Sul e São Paulo, as densidades indicadas variam de 60 a 80 sementes por metro de linha ou 200 a 400 sementes viáveis/m² em função do ciclo, porte dos cultivares e, algumas vezes, dependendo dos tipos de clima e solo. Por sua vez, em Minas Gerais, Goiás, Bahia, Mato Grosso e Distrito Federal, a densidade indicada para trigo de sequeiro é de 350 a 450 sementes viáveis/m², com uso de 400 sementes viáveis/m² em solos de boa fertilidade, sem alumínio trocável. Para trigo irrigado, nesses estados, a densidade indicada é de 270 a 350 sementes viáveis/m² (REUNIÃO..., 2013).

O espaçamento indicado para trigo varia de 17 a 20 cm entre fileiras. Entretanto, alguns resultados de pesquisa indicam com

possíveis ganhos de rendimento com a redução do espaçamento entre fileiras para 10 a 12 cm (SCHEEREN et al., 2011).

A profundidade de semeadura indicada para trigo é de 2 a 5 cm (REUNIÃO..., 2013). Pode ser semeado a lanço, opção pouco utilizada no Brasil, ou em linhas (Figura 4.3). Deve-se dar preferência à semeadura em linha, por distribuir mais uniformemente as sementes, pela maior eficiência na utilização de fertilizantes e menor possibilidade de danos às plantas, quando da aplicação de herbicidas em pré-emergência (REUNIÃO..., 2013). Por necessitar de revolvimento do solo, a semeadura a lanço não é indicada, pois não contempla as práticas conservacionistas descritas anteriormente.



Figura 4.3 - Semeadura de trigo em linha (preferencial - a) e a lanço (b).

Tradicionalmente, há maior facilidade de implantação de lavouras de trigo após soja do que após milho. Entretanto, mesmo após a cultura de milho (que apresenta, geralmente, grande quantidade de palha no Sistema de Plantio Direto), atualmente é possível estabelecer lavouras de trigo, com padrão para elevado potencial de rendimento, pela utilização de equipamento adequado (Figura 4.4). Nesses casos, sugerem-se maior densidade de semeadura e adoção de outras práticas complementares, como a antecipação de aplicação e, ou, maior dose de nitrogênio aplicado em cobertura, para reduzir o déficit de nitrogênio no sistema (causado pelo processo de decomposição da palhada de milho, em função da relação C/N elevada).

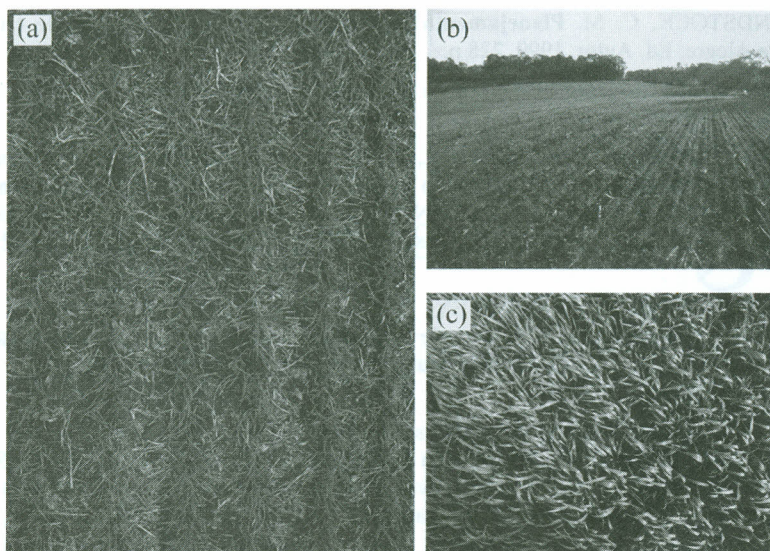


Figura 4.4 - Lavoura de trigo semeada após cultivo de soja (a) e após cultivo de milho (b e c).

Referências

- CAIERÃO, E.; PASINATO, A.; HARGER, N.; MAURINA, A. C.; PIRES, J. L. F.; PIMENTEL, M. B. M. **Uso de tecnologias em lavouras de trigo tecnicamente assistidas no Paraná - Safra 2008**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2009. 19 p. html. (Embrapa Trigo - Documentos Online, 111). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do111.htm>.
- DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A.; FAGANELLO, A.; SANTI, A.; DENARDIN, N. D.; WIETHÖLTER, S. **Diretrizes do sistema plantio direto no contexto da agricultura conservacionista**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2012. 15 p. html. (Embrapa Trigo - Documentos Online, 141). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do141.htm>.
- DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A.; SILVA JR., J. P. DA S.; WIETHÖLTER, S.; FAGANELLO, A.; SATTTLER, A.; SANTI, A. Sistema plantio direto: evolução e implementação. In: PIRES, J. L. F.; VARGAS, L.; CUNHA, G. R. (Ed.). **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2011. p. 185-215.
- FOLONI, J. S. S. **Importância do trigo em sistemas de produção de grãos no Paraná**. Londrina, PR, 29 e 30 de agosto de 2013. (Palestra apresentada na VII Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale).

MUNDSTOCK, C. M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto Alegre: Ed. Autor, 1999. 228 p.

REUNIÃO da comissão brasileira de pesquisa de trigo e triticales. Londrina, PR: IAPAR, 2013. 220 p.

SANTOS, H. P. DOS; FONTANELI, R. S. Aspectos fitopatológicos, técnicos e econômicos na elevação do rendimento de grãos de trigo em plantio direto no Brasil. In: PIRES, J. L. F.; VARGAS, L.; CUNHA, G. R. (Ed.). **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2011. p. 217-238.

SANTOS, H. P. DOS; LHAMBY, J. C.; PRESTES, A. M.; REIS, E. M. Características agronômicas e controle de doenças radiculares de trigo em rotação com outras culturas de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 3, p. 277-288, 1998.

SATTTLER, A. Equipamentos para semeadura de trigo. In: CUNHA, G. R.; BACALTCHUK, B. (Org.). **Tecnologia para produzir trigo no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Assembleia Legislativa; Comissão de Agricultura, Pecuária e Cooperativismo/Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2000. p. 170-181. (Série Culturas, 2).

SCHEEREN, P. L.; FAGANELLO, A.; SATTLET, A.; PIRES, J. L. F.; CAETANO, V. DA R.; LHAMBY, J. C. B.; TEIXEIRA, M. C. C. Adensamento de semeadura em trigo em 2006. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 5., 2011, Dourados, MS. **Ata e Resumos...** Dourados, MS: Comissão Brasileira de Pesquisa de trigo e Triticale/Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. p. 1-2. 1 CD-ROM.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C. DO; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS, 2008. 222 p.

TISDALE, S. L.; BEATON, J. D.; NELSON, W. L. **Soil fertility and fertilizers**. 4. ed. New York: Mac Millan. 1985. 754 p.

Pedro Luiz Scheeren¹

Eduardo Caierão²

A adaptação de algumas variedades italianas introduzidas marcou a retomada do cultivo de trigo no Sul do Brasil, no final do século XIX, após a experiência dos açorianos, no século XVIII, e dos alemães nos anos 1820. A expansão do cultivo de trigo para outros estados e o desenvolvimento da cultura nessas áreas ocorreram mais tarde, principalmente na segunda metade do século XX. No Paraná, o cultivo de trigo começou em Guarapuava e, posteriormente, adquiriu grande importância no norte e no oeste desse estado com a introdução de variedades mexicanas, provenientes do Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT), tornando-a a principal área produtora do cereal do País. Também cresceu a área de trigo no oeste do estado de São Paulo e no sul de Mato Grosso do Sul. Atualmente, no Brasil central, na região do Cerrado, mais precisamente no Distrito Federal e no sudeste do estado de Goiás, no oeste e sul de Minas Gerais e no sul de Mato Grosso, novas iniciativas estão fomentando o incremento da área tritícola. Ainda deve ser mencionada a Bahia, que tem algumas regiões potencialmente aptas ao cultivo de trigo, mesmo que não tenha expressão no momento.

¹ Engenheiro-Agrônomo, Dr. Pesquisador da Embrapa Trigo. E-mail: pedro.scheeren@embrapa.br

² Engenheiro-Agrônomo, M.S. Pesquisador da Embrapa Trigo. E-mail: eduardo.caierao@embrapa.br

A Criação de Cultivares e as Regiões Produtoras

Nos últimos anos, o melhoramento de trigo tem sido realizado por diversas empresas públicas e privadas. Entre as públicas, merecem destaque a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), o Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), o Instituto Agrônômico de Campinas (IAC) e a Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Sul (FEPAGRO). Entre as empresas privadas criadoras de cultivares de trigo estão a OR Melhoramento de Sementes, a Biotrigo Genética, a Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (COODETEC), a Cooperativa Central Gaúcha (CCGL TEC, que incorporou a FUNDACEP-FECOTRIGO), a DNA Melhoramento Vegetal e a Tamona Agropecuária Ltda.

Atualmente, as empresas contam com projetos de melhoramento genético de trigo de abrangência nacional, cobrindo diversas regiões produtoras desse cereal. Em todos os projetos, os objetivos principais visam à avaliação e à identificação de novos materiais exóticos que tenham genes de características importantes de resistência, de adaptação, de produtividade e, ou, de aptidão tecnológica de uso. Em geral, esses genes passam a ser incorporados em genótipos brasileiros com adaptação local, conforme as macrorregiões de adaptação. Na região central brasileira, que abrange a área do Cerrado, os objetivos do projeto de melhoramento de trigo estão direcionados para a produtividade elevada, sob regime irrigado, e para a produtividade e resistência ao calor em regime de sequeiro. Nesses casos, a resistência à mancha-marrom (helmintosporiose) e à brusone é importantíssima.

As atuais e potenciais regiões tritícolas brasileiras são: Região Sul, região centro-sul e região central. As regiões Sul e centro-sul representam, aproximadamente, 95% da área atualmente cultivada e da produção brasileira de trigo. A região central, embora ainda com pouca representação, tem enorme potencial para a produção da cultura, tanto em regime de sequeiro quanto em regime irrigado.

Região sul

Na Região Sul, caracterizada como temperada, há predominância de solos com excesso de alumínio, que causam a doença fisiológica conhecida como crestamento. Pela excessiva precipitação pluvial, é elevada a incidência de doenças fúngicas e significativa a germinação em pré-colheita. Geadas tardias de primavera que geram danos ao trigo também são comuns. A pesquisa em trigo no Brasil foi iniciada nessa região, três séculos após a cultura ter sido introduzida no País. A criação de novas variedades adaptadas só teve início em 1914, quando o químico Jorge Polyssu selecionou, em Nova Tirol, Paraná, uma variedade diferente de sementes provenientes da área de Guaporé, Rio Grande do Sul, que ficou conhecida como trigo 'Polyssu'.

Em 1919, o Ministério da Agricultura estabeleceu as duas primeiras estações experimentais destinadas à criação de cultivares: Estação Experimental Alfredo Chaves em Veranópolis (RS) e Estação Experimental de Ponta Grossa no PR. Diversas linhagens com a denominação Alfredo Chaves foram selecionadas e identificadas por Carlos Gayer. A variedade de trigo Polyssu foi levada, em 1922, para a Estação Experimental de Ponta Grossa, no Paraná, onde foi resselecionada, e uma das linhas selecionadas recebeu o nome de PG 1 (Ponta Grossa 1). Dessa maneira, com as seleções realizadas em Ponta Grossa e em Veranópolis, foi iniciado o melhoramento genético de trigo no Brasil. Em 1924, foi contratado o geneticista sueco Iwar Beckman, que, em Alfredo Chaves, realizou os primeiros cruzamentos entre cultivares de trigo no País. Depois, ele prosseguiu seus trabalhos com trigo na Estação Experimental de São Luiz Gonzaga, RS (1925-1929), e, posteriormente, na Estação Experimental da Fronteira, em Bagé, RS, onde realizou vários estudos genéticos e criou diversas variedades de ciclo precoce, destacando-se o cultivar Frontana, lançado em 1940. Frontana, ainda hoje, é intensamente usada em blocos de cruzamentos de trigo, no Brasil e no exterior, cujas características de resistência são muito exploradas para a criação de novos cultivares. Frontana combinou, na época, uma série de características importantes, como ciclo mais precoce, resistência ao alumínio tóxico do solo, à germinação na espiga em pré-colheita e às principais doenças de trigo, como à ferrugem-da-folha em planta adulta e à ferrugem-do-colmo, além do porte mais baixo do que a maioria dos cultivares da época. Em seguida,

mereceram destaque os trabalhos (a) da Secretaria da Agricultura do RS, atualmente executado pela FEPAGRO, através de suas diversas estações experimentais espalhadas pelo Estado; (b) do Instituto Agrônômico do Sul (IAS), sediado em Pelotas, RS, que foi sucedido pela Embrapa Trigo; (c) e da Fundação Centro de Experimentação e Pesquisa FECOTRIGO (FUNDACEP), com sede em Cruz Alta, RS, atualmente CCGL TEC. Nos últimos 40 anos, o Governo brasileiro tem trabalhado intensamente em pesquisa de trigo, com a criação da Embrapa, que iniciou seus trabalhos no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), em 1974, em Passo fundo, RS, e que, mais adiante, passou a ser conhecido como Embrapa Trigo. Existe nesse estado a colaboração do Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado (CPACT), hoje Embrapa Clima Temperado, que é uma das unidades da Embrapa também responsável pelos trabalhos com pesquisa de trigo na Região Sul. A partir dos anos 1990, passaram a atuar, com grande representatividade, também as empresas privadas listadas anteriormente.

Assim, nessa região, os objetivos principais envolvem elevado potencial produtivo; qualidade tecnológica elevada; resistência à germinação na espiga em pré-colheita, ao crestamento e ao acamamento; resistência às doenças fúngicas (destacando-se as ferrugens-da-folha (*Puccinia recondita* Rob. Ex Desm. *tritici*) e do colmo (*Puccinia graminis* Pers. F. sp. *tritici* Eriks & Henn), o oídio (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*), a giberela (*Giberela zeae* (Schw.) Petch), (forma assexuada *Fusarium graminearum*), as manchas foliares (causadas por *Bipolaris sorokiniana* e *Drechlera spp.*), a septoriose da gluma (*Stagonospora nodorum* (BerK.); e resistência às doenças causadas por vírus (vírus do mosaico do trigo – VMT e vírus do nanismo amarelo da cevada - VNAC).

Região centro-sul

Esta tem sido, nos últimos dez anos, a região tritícola mais importante, quando consideradas a área em cultivo e a produção de trigo. Nessa região, ocorrem solos com e sem alumínio, sendo o clima classificado como subtropical, com chuvas menos frequentes e menos uniformes durante a época de cultivo de trigo. Em geral, ambiente mais seco, os genótipos de trigo cultivados nessa região têm apresentado

melhor aptidão tecnológica para panificação, quando comparadas com os mesmos cultivares produzidos na região tritícola do sul. No Paraná, estado de maior produção de trigo nos últimos 10 anos, merecem destaque os programas de melhoramento de trigo em atividade: (a) da COODETEC, com sedes em Cascavel, com solos com alumínio, e em Palotina, com solos sem alumínio; (b) do IAPAR, em Londrina; (c) da Biotrigo; (d) da OR Melhoramento; (e) e da Embrapa, em Londrina, com solos com alumínio (esse programa está sendo conduzido por meio de parceria, estabelecida a partir de 2002, entre Embrapa Soja, Embrapa Trigo, IAPAR e Fundação Meridional de Apoio à Pesquisa Agropecuária, esta última formada por produtores de sementes de trigo e soja nos estados do Paraná, Santa Catarina, São Paulo e Mato Grosso do Sul, que contribuem com recursos para o desenvolvimento de novos cultivares de trigo e triticales, bem como ensaios de VCU dessas culturas nesses estados). Também em parceria com a Embrapa Trigo, na região centro-sul, há trabalho com trigo sendo realizado na Embrapa Agropecuária Oeste, localizada em Dourados, MS. Em São Paulo, o IAC é a entidade responsável pela maioria dos trabalhos de melhoramento e criação dos cultivares.

Na região centro-sul brasileira, os objetivos principais são semelhantes aos da Região Sul, destacando-se: elevado potencial produtivo e qualidade tecnológica; resistência ao acamamento, a doenças (destacando-se as ferrugens-da-folha e do colmo, o oídio, a giberela, as manchas foliares e as viroses), ao crestamento e à germinação na espiga, acrescentando-se, ainda, a resistência à brusone (*Magnaporthe oryzae* B. Couch (anamorph. *Pyricularia oryzae* Cavara), que, em alguns anos, especialmente no norte e oeste do PR, em SP e em MS, tem configurado como uma doença importante do trigo na região.

Região central

Nesta região, ainda é pequena a área cultivada com trigo, apesar de existir a possibilidade de duas safras anuais: a de sequeiro, semeada em fevereiro, com chuvas naturais, e a de cultivo irrigado, semeado em maio, com irrigação, no período de inverno, quando as chuvas são esporádicas, irregulares e insuficientes. As entidades de pesquisa vêm realizando grande número de trabalhos para a implantação definitiva de

trigo na região dos Cerrados. Deve-se destacar Embrapa Cerrados, estabelecida em Planaltina, DF, que, em convênio com a Embrapa Trigo, vem conduzindo trabalhos com trigo na região, auxiliada ainda por outras unidades, como o Escritório de Uberlândia da Embrapa Transferência de Tecnologia, além de empresas públicas e privadas de extensão rural, que participam da rede de experimentação de trigo na região dos Cerrados.

Registro de Cultivares de Trigo para uso no Brasil

Para que um cultivar de trigo possa ser comercializado e semeado em solo brasileiro é necessário que esteja inscrito no Registro Nacional de Cultivares do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (RNC-MAPA). Na Figura 5.1 são apresentadas as regiões homogêneas de adaptação de cultivares de trigo, utilizadas para indicação de cultivares no Zoneamento Agrícola de Risco Climático do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e para a realização de ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) de trigo para os Estados considerados. Para o cultivar ser registrado, as informações sobre ele devem ser colocadas em formulários oficiais publicados pelo RNC-MAPA, onde deve ser indicado, por exemplo, o rendimento de grãos, por no mínimo dois anos, por região de adaptação e estado dentro da região. Caso a empresa obtentora queira cobrar *royalties*, por exclusividade sobre o cultivar, ela também deverá descrever e inscrever o cultivar conforme os descritores oficiais publicados pelo Sistema Nacional de Proteção de Cultivares do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SNPC-MAPA), mostrando que o cultivar a ser inscrito é distinto (D) dos demais cultivares protegidos, que é homogêneo (H), não apresentando plantas atípicas em porcentagem superior ao que é tolerado pelo sistema de produção de sementes, e que é estável (E) em cultivos sucessivos (o que é conhecido como DHE = distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade). Mais informações sobre o registro e a proteção de cultivares podem ser encontradas em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/registros-autorizacoes/registro/registro-nacional-cultivares> e em <http://www.agricultura.gov.br/>

vegetal/registros-autorizacoes/protecao-cultivares/formularios-protecao-cultivares.

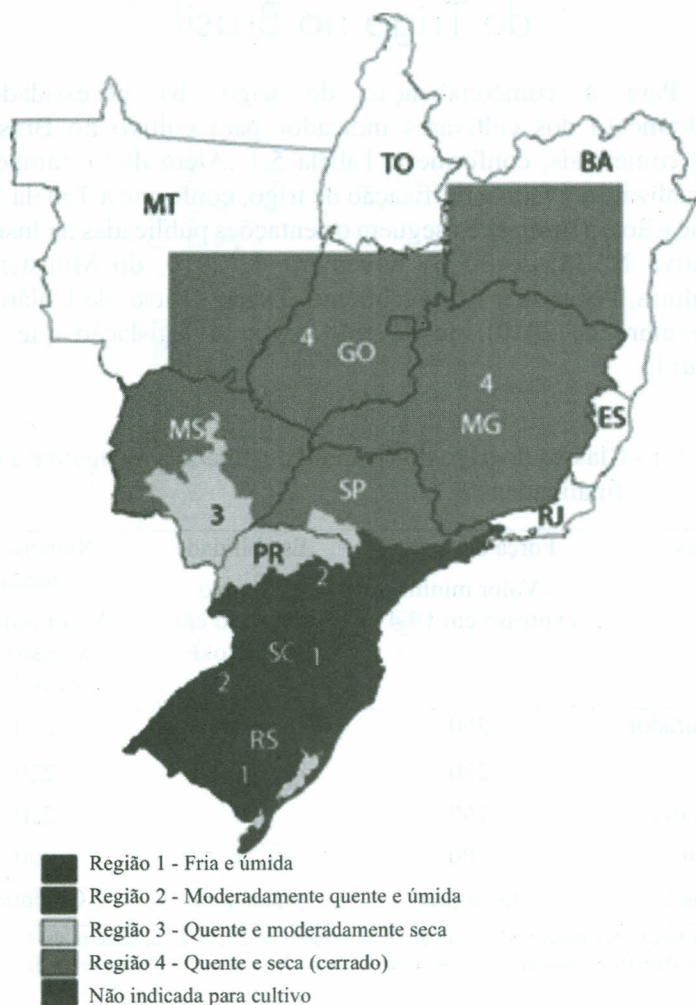


Figura 5.1 - Regiões homogêneas de adaptação de cultivares de trigo no Brasil.

Classificação Tecnológica de Cultivares de Trigo no Brasil

Para a comercialização do trigo, há necessidade do enquadramento dos cultivares indicados para cultivo no Brasil em classes comerciais, conforme a Tabela 5.1. Além disso, também na comercialização é feita a tipificação de trigo, conforme a Tabela 5.2. A classificação e a tipificação seguem orientações publicadas na Instrução Normativa Nº 38, de 30 de novembro de 2010, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Diário Oficial da União de 1º de dezembro de 2010), ou deverão seguir a legislação que venha substituí-la.

Tabela 5.1 - Classes do trigo do Grupo II destinado à moagem e a outras finalidades

Classes	Força do Glúten (Valor mínimo expresso em 10-4 J)	Estabilidade (Tempo expresso em minutos)	Número de Queda (Valor mínimo expresso em segundos)
Melhorador	300	14	250
Pão	220	10	220
Doméstico	160	6	220
Básico	100	3	200
Outros Usos	Qualquer	Qualquer	Qualquer

Fonte: Instrução Normativa Nº 38, de 30 de novembro de 2010, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, publicada no Diário Oficial da União de 1º de dezembro de 2010.

Tabela 5.2 - Tipos de trigo do Grupo II destinados à moagem e a outras finalidades

Tipos	Peso do Hectolitro (Valor Mínimo)	Matérias Estranhas e Impurezas (% máximo)	Defeitos (% máximo)			Total de Defeitos (% máximo)
			Danificados por insetos	Danificados pelo Calor, Mofados e Ardidos	Chochos, Triguilhos e Quebrados	
1	78	1,00	0,50	0,50	1,50	2,00
2	75	1,50	1,00	1,00	2,50	3,50
3	72	2,00	2,00	2,00	5,00	7,00
FT	< 72	> 2,00	> 2,00	10,00	> 5,00	> 7,00

FT = Fora do Tipo.

Cultivares de Trigo em Uso no Brasil

A cultura do trigo no Brasil, durante o século XX, mereceu destaque na pesquisa voltada, principalmente, para o incremento do potencial produtivo, que foi estresse causado por organismos vivos (insetos, fungos e vírus) ou, ainda, por oscilações ambientais. Esses fatores predominaram, por diversas décadas, como objetivos principais do melhoramento genético da cultura. No entanto, com a privatização da comercialização de trigo no Brasil, nos anos 1990, os moinhos passaram a rejeitar lotes de trigo com menor força de glúten e esse novo fator, denominado qualidade tecnológica, foi fortemente incorporado aos principais objetivos do melhoramento genético da cultura.

Se os cultivares conhecidos como “antigos” tinham a rusticidade (adaptação e resistência geral a estresses bióticos e abióticos) como característica associada à boa resistência ao crestamento, tinham como pontos negativos o porte alto e o baixo potencial de rendimento de grãos. Além disso, quando eram cultivados em solos cuja acidez foi corrigida com calcário para a produção de soja e a fertilidade era naturalmente mais elevada, não havia resposta positiva em produtividade de grãos, mas o acamamento das plantas era frequente. Por outro lado, os cultivares de trigo conhecidos como “modernos” têm, em geral, porte mais baixo e, por isso, têm mostrado grande redução na incidência de acamamento quando cultivados em solos mais férteis com alta dose de adubo nitrogenado. A adição de novos genes de resistência às doenças, às pragas e ao estresse causado pelo ambiente adverso tem proporcionado substancial aumento no potencial de rendimento de grãos, que atualmente ultrapassa muito os 2.000 kg/ha, que eram alcançados nas melhores lavouras de 20 anos atrás. Nos últimos anos, foram comuns os relatos de lavouras ultrapassando os 5.000 kg/ha, principalmente em lavouras do Sul e centro-sul do Brasil, mesmo sem irrigação.

Assim, as diversas empresas de melhoramento de trigo estão presentes na criação de cultivares de trigo em todo o Brasil, visando atender às diversas regiões de adaptação apresentadas no mapa das regiões de adaptação de trigo no Brasil (Figura 5.1) e conforme as diferentes demandas dos mercados consumidores. Na Tabela 5.3, são apresentados os cultivares de trigo indicados para comercialização de sementes nas três regiões de adaptação do Brasil em 2013 (REUNIÃO..., 2013), e também

as informações sobre o obtentor (empresa que registrou o cultivar no MAPA), o ano de lançamento do cultivar, o estado e região para o qual foi indicado para cultivo, além da sua classe comercial.

Na Tabela 5.4, são apresentadas algumas das principais características dos cultivares que poderão influenciar na escolha, informações sobre estatura de planta, reação ao crestamento, à germinação na espiga em pré-colheita, ao oídio, à ferrugem-da-folha, à ferrugem-do-colmo, à giberela, à brusone, à mancha-da-gluma, à mancha-marrom, à mancha-bronzeada, ao vírus do mosaico e ao vírus do nanismo-amarelo da cevada (VNAC).

Novos cultivares de trigo são desenvolvidos pelas empresas de melhoramento, anualmente, para todas as regiões produtoras. A melhoria da resistência, do potencial de rendimento e da qualidade associado a novos “ideotipos” de planta, adaptados às condições brasileiras, é buscada continuamente pela pesquisa. São desafios que requerem investimentos de longo prazo em recursos humanos e materiais. Cada ciclo de melhoramento de trigo requer quatro a oito anos até a produção de linhagens geneticamente uniformes, e no mínimo três anos de experimentação, para testes comparativos com variedades testemunhas que estão em cultivo o que, representa dez a doze anos para que novo cultivar chegue às lavouras. A produção de linhagens “duplo-haplóides” (como as que deram origem aos cultivares BRS 254, BRS Tangará, BRS 328 e BRS 331), iniciada, adaptada e desenvolvida pioneiramente na Embrapa Trigo, reduziu o tempo de criação de novas linhagens de trigo para apenas dois anos e de cultivares para seis a sete anos. Isso pode representar aumento na produção de linhagens para testes visando à indicação de novos cultivares e, principalmente, maior rapidez na incorporação de novos genes de resistência ou qualidade em cultivares adaptados.

Também as demandas das indústrias moageiras e do mercado consumidor de farinhas estão em constante ajuste, exigindo da pesquisa, em geral, novos investimentos para fazer frente aos desafios que vêm sendo apresentados. Espera-se que a pesquisa, os produtores de grãos e as indústrias de moagem e de transformação consigam atender às demandas dos consumidores finais, consumidores de pão, de massas, de bolos, de biscoitos e demais produtos derivados de trigo.

Tabela 5.3 - Cont.

Cultivar	Obtentor	Ano	Região de recomendação e ciclo em cada Estado						Classe comercial
			RS	SC	PR	MS	SP	Cerrado	
BRS 374	Embrapa	2012	1 e 2 P	1 e 2 P	1 P	-	-	-	Outros usos (R1) Básico (R2)
BRS 331	Embrapa	2012	1 e 2 S. P.	1 e 2 S. P.	1 S. P.	-	-	-	Doméstico (R1) Pão (R2)
BRS Gaivota	Embrapa	2011	-	1 e 2 M	1,2 e 3 M	-	-	-	Pão
BRS Gralha Azul	Embrapa	2012	-	1 e 2 M	1,2 e 3 M	3 M	-	-	Melhorador
BRS Guabiju	Embrapa	2003	1 e 2 P	1 e 2 P	1,2 e 3 M	3 M	3 M	-	Pão (R1) Melhorador (R2)
BRS Guamirim	Embrapa	2005	1 e 2 P	-	1,2 e 3 P	3 M	4 P	-	Pão
BRS Louro	Embrapa	2003	1 e 2 P	1 e 2 P	1,2 e 3 M	-	-	-	Outros Usos
BRS Marcante	Embrapa	2013	1 e 2 P	-	1 P	-	-	-	Pão
BRS Pardela	Embrapa	2007	-	1 e 2 M	1,2 e 3 M	3 M	2 M	-	Melhorador
BRS Parrudo	Embrapa	2012	1 e 2 P	1 e 2 P	1 P		-	-	Melhorador
BRS Sabiá	Embrapa	2014	-	-	1,2 e 3 P	3 P	2 P	-	Pão

Continua...

Tabela 5.3 - Cont.

Cultivar	Obtento	Ano	Região de recomendação e ciclo em cada Estado						Classe comercial
			RS	SC	PR	MS	SP	Cerrado	
BRS Tangará	Embrapa	2007	-	1 e 2 M	1,2 e 3 M	3 M	2 M	-	Pão (R2 e R3) Doméstico (R1)
BRS Tarumã	Embrapa	2004	1 e 2 T	1 e 2 T	1 T	-	-	-	Pão
BRS Umbu	Embrapa	2003	1 e 2 S.T.	1 e 2 S.T.	1 S.T.	-	-	-	Básico
Campeiro	OR Biotrigo	2009	1 e 2 M	1 e 2 M	1 M	-	-	-	Básico (R1)
CD 104	Coodetec	1999	-	-	1,2 e 3 M	3 e 4 M	2,3 e 4 M	-	Melhorador
CD 105	Coodetec	1999	1 e 2 P	1 e 2 P	1,2 e 3 P	3 e 4 P	2,3 e 4 P	Seq./Irrig. P	Brando
CD 108	Coodetec	2003	-	-	1,2 e 3 P	3 e 4 P	2,3 e 4 P	Irrig. P	Pão
CD 111	Coodetec	2003	1 e 2 P	1 e 2 P	1,2 e 3 P	3 e 4 P	2,3 e 4 M	Seq./Irrig. P/M	Melhorador
CD 114	Coodetec	2004	1 e 2 P	1 e 2 P	1,2 e 3 P	3 e 4 P	2,3 e 4 P	-	Pão
CD 115	Coodetec	2005	1 e 2 M	1 e 2 M	1 e 2 M	-	2 SI	-	Brando
CD 116	Coodetec	2006	-	-	1,2 e 3 P	3 e 4 P	2,3 e 4 P	Seq./Irrig. P	Melhorador
CD 117	Coodetec	2007	1 e 2 P	1 e 2 P	1,2 e 3 P	3 e 4 P	2,3 e 4 P	Seq./Irrig. P	Pão
CD 118	Coodetec	2008	-	-	1,2 e 3 P	3 e 4 M	2,3 e 4 M	Irrig. M	Melhorador
CD 119	Coodetec	2009	1 e 2 M	1 e 2 M	1 e 2 M	-	-	-	Brando
CD 120	Coodetec	2009	1 e 2 M	1 e 2 M	1 e 2 M	-	-	-	Brando
CD 121	Coodetec	2010	1 e 2 M	1 e 2 M	1 e 2 M	-	-	-	Brando

Continua...

Tabela 5.3 - Cont.

Cultivar	Obtentor	Ano	Região de recomendação e ciclo em cada Estado						Classe comercial
			RS	SC	PR	MS	SP	Cerrado	
CD 122	Coodetec	2010	1 e 2 M	1 e 2 M	1,2 e 3 M	-	-	-	Pão
CD 123	Coodetec	2010	1 e 2 M	1 e 2 M	1,2 e 3 M	-	-	-	Pão
CD 124	Coodetec	2012	1 e 2 M	1 e 2 M	1,2 e 3 M	-	-	-	Pão
CD 1252	Coodetec	2012	-	-	2 e 3 M	3 M	2 e 3 M	Irrig. M	Melhorador
CD 150	Coodetec	2009	-	-	1,2 e 3 P	3 e 4 P	2,3 e 4 P	Irrig. P	Melhorador
CD 151	Coodetec	2012	-	-	2 e 3 M	3 e 4 M	2,3 e 4 M	Irrig. M	Melhorador
CD 154	Coodetec	2012	-	-	2 e 3 M	3 e 4 M	2 e 3 SI	Irrig. M	Pão
CD 1440	Coodetec	2013	1 e 2 M	1 e 2 M	1 M	-	-	-	Pão
CD 1550	Coodetec	2012	1 e 2 M	1 e 2 M	1,2 e 3 M	-	2 M	-	Pão
Embrapa 22	Embrapa	1993	-	-	-	-	-	Irrig. P	Melhorador
Embrapa 42	Embrapa	1995	-	-	-	-	-	Irrig. P	Melhorador
Estrela Átria	Biotrigo	2013	1 e 2 M/T	-	1 e 2 M/T	-	-	-	Pão
FPS Nitron	FPS	2011	1 e 2 P	1 e 2 P	1,2 e 3 P	3 P	3 P	-	Pão
Fundacep 30	CCGL TEC	1999	1 e 2 M	1 e 2 M	-	-	-	-	Brando
Fundacep 40	CCGL TEC	2002	1 e 2 P	1 e 2 P	-	-	-	-	Brando
Fundacep 47	CCGL TEC	2004	1 e 2 M	1 e 2 P	1 SI	-	-	-	Brando
Fundacep 50	CCGL TEC	2005	1 e 2 M	1 e 2 M	1 SI	-	-	-	Brando
Fundacep 51	CCGL TEC	2005	1 e 2 M	1 e 2 M	1 e 2 M	-	-	-	Brando

Continua...

Tabela 5.3 - Cont.

Cultivar	Obtentor	Ano	Região de recomendação e ciclo em cada Estado						Classe comercial
			RS	SC	PR	MS	SP	Cerrado	
Fundacep 52	CCGL TEC	2005	1 e 2 P	1 e 2 P	1 e 2 M	-	-	-	Brando
Fundacep 300	CCGL TEC	2009	1 e 2 M	-	-	-	-	-	Brando
Fundacep Bravo	CCGL TEC	2010	1 e 2 M	1 e 2 M	1,2 e 3 M	3 M	2 SI	-	Pão
Fundacep Campo Real	CCGL TEC	2009	1 e 2 M	1 e 2 M	1,2 e 3 M	-	-	-	Brando
Fundacep Cristalino	CCGL TEC	2006	1 e 2 P	1 e 2 P	1,2 e 3 M	3 M	2 e 3 P	-	Melhorador
Fundacep Horizonte	CCGL TEC	2009	1 e 2 M	1 e 2 M	1,2 e 3 M	3 M	-	-	Pão
Fundacep Nova Era	CCGL TEC	2004	1 e 2 M	1 e 2 M	1 M	-	-	-	Brando
Fundacep Raízes	CCGL TEC	2006	1 e 2 M	1 e 2 M	1,2 e 3 M	-	-	-	Pão
IAC 24-Tucuruí	IAC	1982	-	-	-	-	2,3 e 4 M	Irrig. M	Melhorador
IAC 370-Armageddon	IAC	1999	-	-	-	-	2,3 e 4 M	-	Pão
IAC 375-Parintins	IAC	2003	-	-	-	-	2,3 e 4 P	-	Pão
IAC 380-Saira	IAC	2009	-	-	-	-	2 e 3 M	-	Melhorador

Continua...

Tabela 5.3 - Cont.

Cultivar	Obtento	Ano	Região de recomendação e ciclo em cada Estado						Classe comercial
			RS	SC	PR	MS	SP	Cerrado	
IAC 381-Kuara	IAC	2009	-	-	-	-	2 e 3 P/M	-	Pão
IAC 385-Mojave	IAC	2012	-	-	-	-	2 M	-	Melhorador
IPR 85	IAPAR	1999	-	-	2 e 3 P	3 P	3 P	-	Melhorador
IPR 128	IAPAR	2006	-	-	3 M	3 M	2 e 3 M	-	Pão
IPR 130	IAPAR	2007	-	-	1,2 e 3 M	-	2 M	-	Pão
IPR 144	IAPAR	2009	-	-	1,2 e 3 P	3 P	2 e 3 P	-	Pão
IPR Catuara TM	IAPAR	2012	-	1 e 2 P	1,2 e 3 P	3 P	2 e 3 P	-	Melhorador
Jadeite 11	OR Sementes	2012	1 e 2 S.T.	1 e 2 S.T.	1,2 e 3 S.T.	-	-	-	Melhorador
Marfim	OR Biotrigo	2007	1 e 2 P	1 e 2 P	1,2 e 3 P	-	-	-	Pão
MGS1 Aliança	Epamig	1999	-	-	-	-	-	Seq. P	Pão
MGS2 Ágata	Epamig	1999	-	-	-	-	-	Irrig. M	Durum
MGS Brilhante	Epamig	2005	-	-	-	-	-	Seq. P	Pão
Mirante	OR Biotrigo	2008	1 e 2 M	1 e 2 M	1,2 e 3 M	-	-	-	Pão
Ônix	OR Biotrigo	2002	1 e 2 M	1 e 2 M	1,2 e 3 M	-	-	Irrig. M	Pão
ORS Vintecinco	OR Sementes	2013	1 e 2 P	1 e 2 P	1 P	-	-	-	Básico
Quartzo	OR Biotrigo	2007	1 e 2 M	1 e 2 M	1,2 e 3 M	-	-	-	Pão

Continua...

Tabela 5.3 - Cont.

Cultivar	Obtentor	Ano	Região de recomendação e ciclo em cada Estado						Classe comercial
			RS	SC	PR	MS	SP	Cerrado	
RBO 302	Tamona Agp.	2013	-	-	2 e 3 M	-	-	-	Melhorador
RBO 303	Tamona Agp.	2013	-	-	2 e 3 M	-	-	-	Melhorador
RBO 403	Tamona Agp	2013	-	-	3 M/T	-	-	-	Melhorador
Safira	OR Biotrigo	2004	1 e 2 M	1 e 2 M	1 M	-	-	-	Pão
Supera	OR Biotrigo	2004	1 e 2 P	1 e 2 P	1,2 e 3 M	-	-	Irrig. P	Pão
TBIO Alvorada	Biotrigo	2012	1 e 2 M	1 e 2 M	1,2 e 3 M	3 M	2 e 3 M	-	Pão
TBIO Bandeirantes	Biotrigo	2012	-	-	2 e 3 P	3 P	2 e 3 P	-	Melhorador
TBIO Iguaçu	Biotrigo	2012	1 e 2 M	1 e 2 M	1,2 e 3 M	3 M	2 e 3 M	-	Pão
TBIO Itaipu	Biotrigo	2012	1 e 2 M	1 e 2 M	1,2 e 3 M	3 M	2 e 3 M	-	Doméstico
TBIO Ivaí	Biotrigo	2010	-	-	3 M	-	-	-	Pão
TBIO Mestre	Biotrigo	2012	1 e 2 M	1 e 2 M	1,2 e 3 M	3 M	2 e 3 M	-	Melhorador
TBIO Pioneiro 2010	Biotrigo	2010	1 e 2 M	1 e 2 M	1 e 2 M	-	-	-	Pão
TBIO Seletto	Biotrigo	2012	1 e 2 P	1 e 2 P	1,2 e 3 P	3 P	2 e 3 P	-	Pão
TBIO Sintonia	Biotrigo	2013	2 P/M	-	1 e 2 M/P	-	-	-	Melhorador
TBIO Sinuelo	Biotrigo	2012	1 e 2 M/T	1 e 2 M/T	1,2 e 3 M/T	3 M/T	2 e 3 M/T	-	Pão

Continua...

Tabela 5.3 - Cont.

Cultivar	Obtentor	Ano	Região de recomendação e ciclo em cada Estado						Classe comercial
			RS	SC	PR	MS	SP	Cerrado	
TBIO Tibagi	Biotrigo	2010	1 e 2 P	1 e 2 P	1,2 e 3 P	3 P	2 e 3 P	-	Pão
TEC Frontale	CCGL TEC	2012	1 e 2 SI	1 e 2 SI	-	-	-	-	Pão
TEC Triunfo	CCGL TEC	2012	1 e 2 P/M	1 e 2 P/M	1 e 2 P	-	-	-	Doméstico
TEC Veloce	CCGL TEC	2012	1 e 2 P	1 e 2 P	1 e 2 P	-	-	-	Pão
TEC Vigore	CCGL TEC	2012	1 e 2 P	1 e 2 P	1 e 2 P	-	-	-	Pão
TEC 10	CCGL TEC	2013	1 e 2 P	-	-	-	-	-	Pão
Topázio	OR Sementes	2011	1 e 2 M	-	1,2 e 3 M	-	-	-	Pão
UFVT 1-Pioneiro	UFV	2003	-	-	-	-	-	Irrig. M	Pão
UTF 101	UTFPR	2001	-	-	-	-	-	-	Brando
Valente	OR Biotrigo	2004	-	-	2 e 3 M	-	-	-	Pão
Vaqueano	OR Biotrigo	2008	1 e 2 M	1 M	1 M	-	-	-	Brando

M = ciclo M; P = ciclo precoce; M = ciclo tardio; Seq. = Sequeiro; Irrig. = Irrigado

SI = sem informação

Para informações mais detalhadas e atualizações posteriores, acessar <http://www.cnpt.embrapa.br/> ou as “Informações da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale”, editadas anualmente.

Tabela 5.4 - Informações sobre estatura, crestamento, reação à germinação na espiga e às doenças de cultivares de trigo indicadas para cultivo no Brasil, segundo o obtentor, em 2014

Cultivar	Altura	Cresta- mento	Germi- nação na espiga	Oídio	Ferrugem Folha	Gibe- rela	Bru- sone	Mancha			VMT ¹	VNAC
								Gluma	Marrom	Bronzeada		
Abalone	Média Baixa	MR	MR/MS	MR	RPA MR/MS	MR MS	SI	MS	SI	MS	MR	MS
Ametista	Média	MR	MR	MS	MR	MS/S	SI	SI	SI	MR	R/MR	SI
BR 18-Terena	Baixa	MS	S	MS	MS	S	R	S	S	S	S	SI
BRS 179	Média Alta	R/MR	MR	MS	S	MR	SI	MR	MR	MS	MS	SI
BRS 207	Baixa	MS	S	S	S	S	S	SI	MS	MS	SI	SI
BRS 208	Média	R	MS	MR	R	MS	S	MR	MR	MR	MR	MR
BRS 220	Média	MR	S	MS	MS	MS	MS	MR	MR	MR	R	S
BRS 254	Baixa	S	MR	S	S	S	S	SI	MS	MS	SI	SI
BRS 264	Baixa	S	MS	S	S	S	S	SI	S	S	SI	SI
BRS 296	Média Alta	MR	MR	R	RPA	MR	SI	MR	MR	MR	MR	MS
BRS 327	Alta	MR	MR	MR	S	MR	SI	MR	MR	MS	MR	MR
BRS 328	Média	SI	MR R	R	MR/R	MS	SI	SI	SI	SI	S	S
BRS 329	Baixa	SI	MR MS	R	S	S	SI	SI	SI	SI	MS	MS

Continua...

Tabela 5.4 - Cont.

Cultivar	Altura	Cresta- mento	Germi- nação na espiga	Oídio	Ferrugem Folha	Gibe- rela	Bru- sone	Mancha			VMT ¹	VNAC
								Gluma	Marrom	Bronzeada		
BRS 331	Baixa	SI	MS	R	MS MR	MS	SI	SI	SI	SI	MR	S
BRS Gaivota	Média	MR	MS S	R	MS	MS	MR	MR	MR	MR	MR	SI
BRS Gralha Azul	Média	MT	MR/R	MR	MR	MS	MS	MR MS	MR MS	MR MS	MR	MR
BRS Guabiju	Média	MR	MS	S	MR MS	MS	SI	MS	MS	MS	MS	SI
BRS Guamirim	Baixa	MR	MR	S MS	MR MS	MR	SI	MR	SI	SI	S	SI
BRS Guatambu	Média Alta	R MR	MS	R	RPA	S	SI	S	S	S	MS	SI
BRS Louro	Média	MR	MS	MS	MS	MR	SI	MR	MS	MS	MS	SI
BRS Marcante	Baixa Média	MR	MS	MS	MR	MR MS	SI	MR	MR	MR	MR MS	MR MS
BRS Pardela	Média	MR	S	R	MR	MS	MR MS	MR	MR	MR	MR	MR
BRS Parrudo	Média	MR	MS	R	MR MS	MR	SI	MR	SI	MR	R	MS
BRS Sabiá		MR	MS/S	R	MS	MS	S	MR	MR	MR	MR	MR

Continua...

Tabela 5.4 - Cont.

Cultivar	Altura	Cresta- mento	Germi- nação na espiga	Oídio	Ferrugem Folha	Gibe- rela	Bru- sone	Mancha			VMT ¹	VNAC
								Gluma	Marrom	Bronzeada		
BRS Tangará	Média	MR	MR	R	R	MS	MS	MR	MS MR	MS MR	MR	MR
BRS Tarumã	Baixa	MR	MR	R	RPA	MR	SI	MS	S	MS	MR	SI
BRS Umbu	Média	MR	MR	MR	RPA	MR	SI	MR	S	R	MR	SI
Campeiro	Média	MR	MR	MR	MR	MS	SI	SI	MR	MR	MR	MS
			MS		MS							
CD 104	Baixa	MS	MR MS	MS	S	S	S	MS	MS	MS	MS	SI
CD 105	Baixa	MR	MS	MS	MS	S	S	MS	MS	MS	MR	SI
CD 108	Baixa	S	MR MS	MS	MR	S	MR	MS	MR	SI	MS	SI
CD 111	Média	MS	MR MS	MS	S	S	S	MS	MR	SI	MS	SI
CD 114	Baixa	MR	MS	MS	MR	MS	SI	MS	MR	SI	MS	SI
CD 115	Média	MR	MR	MS	MR	MS	SI	MR	MR	SI	MR	SI
CD 116	Baixa	MS	MS	MS	MR	S	MR	MS	MS	SI	SI	SI
CD 117	Baixa	MR	MR MS	MS	MS	MS	MR	MS	MS	MS	SI	SI
CD 118	Média	MS	MS	MS	MR	S	MR	MR	MR	MR	MS	SI
CD 119	Média	R	MR MS	MR	MS	MS	SI	MS	MS	MS	MR	SI

Continua...

Tabela 5.4 - Cont.

Cultivar	Altura	Cresta- mento	Germinação na espiga	Oídio	Ferrugem Folha	Gibe- rela	Bru- sone	Mancha			VMT ¹	VNAC
								Gluma	Marrom	Bronzeada		
CD 120	Média	SI	MR	MS	MS	MS	SI	MS	MS	MS	S	SI
CD 121	Baixa	MS	MS	MR	MR	MS	MR	MS	MS	MS	MR	SI
CD 122	Baixa	MR	MR MS	MR	MR	MS	MR	MS	MS	MS	MR	SI
CD 123	Baixa	MS	MR	MR	MR	MS	MR	MS	MS	MS	MR	SI
CD 124	Baixa	MR	MR	MR	MR	MR MS	MR	MS	MS	MS	S	SI
CD 1252	Baixa	MS	MR	MR	MR	S	MR	MR	MR	MR	MR	SI
CD 150	Baixa	MS	MR MS	MS	MR	S	MR	MS	MS	MS	S	SI
CD 151	Baixa	MS	MS	MR	MS	MS	MR	MR MS	MR MS	MR MS	MR	SI
CD 154	Baixa	MS	MS	MS	MS	S	S	MS	MS	MS	MR	SI
CD 1440	Média	MR	R/MR	MR	MR	MR MS	MR	MR	MR	MR	MR	SI
CD 1550	Media	MR	R MR	MR	MR	MS	MR	MS	S	MS	MR	SI
Embrapa 22	Baixa	MS	MR	S	S	SI	S	SI	MS	MS	SI	SI
Embrapa 42	Baixa	MS	MR	S	S	SI	S	SI	S	S	SI	SI
Estrela Átria	Média	MR	MR	MR MS	MR	MR MS	SI	MR MS	MR MS	MR MS	SI	MS S

Continua...

Tabela 5.4 - Cont.

Cultivar	Altura	Cresta- mento	Germinação na espiga	Oídio	Ferrugem Folha	Gibela	Bru- sone	Mancha			VMT ¹	VNAC
								Gluma	Marrom	Bronzeada		
FPS Nitron	Média	SI	MS	MR	S	MS	MS	MS	MS	MS	MR	MS
	Baixa		MR			MR						
Fundacep 30	Média	MR	MS	R	S	MS	SI	MS	MS	MR	MR	MS
	Baixa											
Fundacep 40	Média	R	MR	MR	S	MS	SI	MR	MR	MR	S	S
Fundacep 47	Alta	R	MR	MS	MS	MS	SI	SI	MR	MR	S	MS
Fundacep 50	Alta	R	MS	MR	S	MS	SI	MR	MS	MR	S	R
Fundacep 51	Alta	R	MS	MR	S	MS	SI	MR	MS	MR	S	R
Fundacep 52	Baixa	R	MS	MR	S	S	SI	MR	MS	MR	S	R
Fundacep 300	Média	SI	MS	R	S	S	SI	SI	MR	MR	MR	MS
	Baixa											
Fundacep Bravo	Média	MR	MR	MR	MR	MS	SI	MR	MS	MS	R	MS
	Baixa		MS									
Fundacep Campo Real	Média	SI	MR	R	S	MR	SI	SI	MS	MS	R	MS
Fundacep Cristalino	Média	MR	S	MS	MR	MS	SI	MS	MS	MS	S	MS
Fundacep Horizonte	Média	MR	MS	MS	R	MR	SI	SI	S	S	R	MS
						MS						
Fundacep Nova Era	Média	R	S	MR	S	S	SI	MR	MS	MR	S	R

Continua...

Tabela 5.4 - Cont.

Cultivar	Altura	Cresta- mento	Germi- nação na espiga	Oídio	Ferrugem Folha	Gibe- rela	Bru- sone	Mancha			VMT ¹	VNAC
								Gluma	Marrom	Bronzeada		
Fundacep Raízes	Média	R	MR MS	MS	MR	S	SI	MS	MS	MS	MR	MR
IAC 24-Tucuruí	Baixa	S	MR	S	S	MS	S	S	S	S	SI	SI
IAC 370- Armageddon	Baixa	S	MR	S	S	MS	S	S	S	S	SI	SI
IAC 375-Parintins	Baixa	MR	R	MR	MR	MS	MS MR	S	MS	S	SI	SI
IAC 380-Saira	Baixa	MS	R	MS	MR	MS	MS	MS	MS	MS	SI	SI
IAC 381-Kuara	Média	MR	R	MR	MR	MS	MR	MS	MS	MS	SI	SI
IAC 385 Mojave	Baixa	SI	R	MS	MR	SI	SI	SI	MR	SI	SI	SI
IPR 85	Média	MR	MR	MR	MR	MS	MR	S	S	MS	S	S
IPR 128	Média	MS	MS	MR	MS	S	MR	SI	MR	MR	SI	SI
IPR 130	Baixa	MS	MS	S	MS	S	MR	SI	MS	MS	SI	SI
IPR 144	Baixa	MS	MS	MS	MS	S	MR	SI	MS	MS	SI	SI
IPR Catuara TM	Média	SI	MR MS	MS	MS	SI	MS	SI	MS	SI	MR	MR
Jadeíte 11	Média	MR	R	MR	MR R	MR ⁽¹⁾	SI	SI	SI	MS	R	SI
Marfim	Baixa	MR MS	MR MS	S MS	MR	MS S	MS S	MS	MS	MS	SI	SI
MGS1 Aliança	Baixa	R	MS	S	S	SI	MS	SI	MS	MS	SI	SI

Continua...

Tabela 5.4 - Cont.

Cultivar	Altura	Cresta- mento	Germi- nação na espiga	Oídio	Ferrugem Folha	Gibe- rela	Bru- sone	Mancha			VMT ¹	VNAC
								Gluma	Marrom	Bronzeada		
MGS2 Ágata ⁽³⁾	Baixa	S	AS	R	S	SI	S	SI	SI	SI	SI	SI
MGS Brilhante	Média	R	MR	R	MR	SI	MS	SI	MS	MS	SI	SI
Mirante	Média	MR	MS	MR	S	S	SI	MR	S	MS S	MR	S
Ônix	Média	MR	R/MR	MR	S	MS	MR	SI	S	S	MR	S
ORS Vintecinco	Média	MR	R	R	R MR	SI	SI	SI	SI	MR MS	R	SI
Quartzo	Média	MR	R MR	MR MS	MS	MS	SI	MR	MR	MR	MR	MS
RBO 302	Média	SI	SI	MS	MR	SI	MR	MR	MR	MR	SI	SI
RBO 303	Média	SI	SI	MR	MR	SI	MR	SI	MR MS	MR	SI	SI
RBO 403	Média	SI	SI	MR	R	SI	MR	SI	MR	MR MS	SI	SI
Safira	Média	MR	MR	MR	RPA MS	MS	SI	MS	S	S	MR	S
Supera	Média	MR	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MR	MR	SI	MS
TBIO Alvorada	Média	R/MR	R/MR	MR	R/MR	MR	MS	MR	MS	S	R/MR	MS
TBIO Bandeirante	Média	MR	S	MR	MS	MS	MR	SI	MR MR	SI	MR	MR

Continua...

Tabela 5.4 - Cont.

Cultivar	Altura	Cresta- mento	Germi- nação na espiga	Oídio	Ferrugem Folha	Gibe- rela	Bru- sone	Mancha			VMT ¹	VNAC
								Gluma	Marrom	Bronzeada		
TBIO Iguaçu	Média Alta	SI	MR	MR	MS	MR MS	SI	SI	MR	SI	MR	MR MR
TBIO Itaipu	Média	S	MR	MR	MS	MS	SI	SI	MS	SI	MR	MR MS
TBIO Ivaí	Média	MR	MR MS	MR	MR	MS	MR	MR	MR	MR	S	S
TBIO Mestre	Média	MR	MR	MR	R MR	MS	MR	MR	MS	MS	MR	S
TBIO Pioneiro 2010	Média	MR	MR	MR	MR	MS	SI	SI	MS	MS	MR	MS
TBIO Seletto	Média Baixa	MR	MR MS	MR	MS	MS	SI	SI	MR MS	SI	MR	MS
TBIO Sintonia	Média	MR	R MR	MS	MS	MR MS	MR	MR MS	MR MS	MR MS	SI	SI
TBIO Sinuelo	Média Alta	MR	R MR	MR MS	MR	MS	MR MS	MR	MS MR	MS MR	MR	MS
TBIO Tibagi	Média	MR	MR MS	MS S	S	MR MS	MR	MR	MS	MR	MR MS	MR MS
TEC Frontale	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
TEC Triunfo	Média Baixa	MR	MS S	MR	S	MR MS	SI	SI	MR MS	MR MS	MR	MS

Continua...

Tabela 5.4 - Cont.

Cultivar	Altura	Cresta- mento	Germi- nação na espiga	Oídio	Ferrugem Folha	Gibe- rela	Bru- sone	Mancha			VMT ¹	VNAC
								Gluma	Marrom	Bronzeada		
TEC Veloce	Média	MR	MS	MR R	S	MR MS	SI	SI	MS	MS	MR	MS
TEC Vigore	Média	MR	S	MR	MR R	MR MS	SI	SI	MR MS	MR MS	MR	MS
TEC 10	Média	MR	MS	MR	MR	MS	SI	MS	MS	MS	MR	MR
Topázio	Média	MR	MR MS	MR	MS MR	MR	SI	SI	SI	MR MS	MR MS	SI
UFVT1-Pioneiro	Baixa	SI	MS	S	S	S	S	SI	MR	MR	SI	SI
UTF 101	Média	MR	MS	S	MS	MS	SI	SI	MS	MR	SI	MS
Valente	Média	MR	S	MR	MS	S	SI	MR	MR MS	MR MS	S	MS
Vaqueano	Média	MR	MR	MR	MR	MS MR	SI	MS	MS	MS S	R MR	MS MR

R: resistente; MR: moderadamente resistente; S: suscetível; MS: moderadamente suscetível; AS: altamente suscetível; RPA: resistência de planta adulta; T: tolerante; SI: sem informação. ⁽¹⁾Dados preliminares. ⁽²⁾Pode ocorrer mosaico em cultivar R ou MR, em condições extremamente favoráveis. ⁽³⁾Cultivar de trigo durum (*Triticum durum*).

Para informações mais detalhadas e atualizações, acessar <http://www.cnpt.embrapa.br/> ou as “Informações da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale”, editadas anualmente.

Referências

- BRIGGLE, L. W. Origin and botany of wheat. In: CIBA-GEIGY, Basle. Wheat; documenta Ciba-Geigy. **Basle, Switzerland**, 1980. p. 6-13.
- FUNDAÇÃO CARGILL. **Trigo no Brasil**. Campinas, SP, 1982. 2v.
- LAGOS, M. B. História do melhoramento do trigo no Brasil. **Boletim Técnico**, IPAGRO, Porto Alegre, v. 10, p. 9-80, 1983.
- LARGE, E. C. Growth stages in cereals. Illustration of the Feekes Scale. **Plant Pathol.**, London, v. 3, p. 128-129, 1954.
- LELLEY, J. **Wheat breeding; theory and practice**. Budapest: Akademiai Kiadó, 1976. 285 p.
- MUNDSTOCK, C. M. **Cultivo dos cereais de estação fria; trigo, cevada, aveia, centeio, alpebre, triticale**. Porto Alegre: NBS, 1983. 165 p.
- PERCIVAL, J. **The wheat plant**. London: Duckworth, 1974. 463 p.
- PETERSON, R. F. **Wheat, botany, cultivation, and utilization**. London: Leonard Hill Books, 1965. 422 p.
- QUISENBERRY, K. S.; REITZ, L. P. **Wheat and wheat improvement**. Madison, ASA, 1967. 560 p. (Agronomy, 13).
- REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE. **Informações Técnicas para Trigo e Triticale - Safra 2013**. Londrina, PR: IAPAR, 2013. 220 p.
- SCHEEREN, P. L. **Componentes da estatura de planta e herança do caráter comprimento do pedúnculo em trigo (*Triticum aestivum* L.)**. 1980. 93 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1980.
- SCHEEREN, P. L. **Informações sobre o trigo (*Triticum* spp.)**. Passo Fundo, RS: EMBRAPA-CNPT, 1986. 34 p. (Série Documentos, 2).
- SCHEEREN, P. L. **Instruções para utilização de descritores de trigo (*Triticum* spp.) e triticale (*Triticum secal* esp.)**. Passo Fundo, RS: EMBRAPA-CNPT, 1984. 32 p. (Série Documento, n. 9).
- SHELLENBERGER, J. A. Production and utilization of wheat. In: POMERANZ, Y. (Ed.). **Wheat; chemistry and technology**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1971. p. 1-18.
- ZADOKS, J. C.; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.*, Oxford, v. 14, p. 415-421, 1974.

6

ADUBAÇÃO

Geraldo José Aparecido Dario¹

Iuri Stéfano Negrisiolo Dario²

Lavoisier eternizou a frase: na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma. Parodiando essa frase, há o ditado popular: na vida nada se cria, tudo se copia. Na ciência agrônômica, podemos afirmar que pouco se cria e muito se assemelha. Mas, graças à seleção de cultivares mais produtivos e a ofertas de insumos mais eficientes, tem sido possível produzir mais.

Nas safras de 2012 a 2014, manteve-se a mesma área cultivada da década de 2000, aproximadamente 2,0 milhões de hectares, e, graças à adoção de melhores tecnologias, conseguimos aumentar 14,7% nossa produção de trigo, que oscilou entre 5,1 e 5,4 milhões de toneladas, pelo aumento significativo de rendimento em nossas lavouras, quase 20,0 %, passando de 2.140 kg/ha da década de 2001-10 para 2.560 kg/ha.

Acreditamos que apenas seremos autossuficientes em trigo se dermos maior atenção aos nossos agricultores, que são, de maneira geral, extremamente carentes em informações, pois a grande maioria não tem acesso a revistas científicas, não participam de congressos

¹ Engenheiro-Agrônomo, M.S., D.S. e Professor da Universidade de São Paulo/ESALQ. E-mail: geraldodario@terra.com.br.

² Engenheiro-Agrônomo e Mestrando da Universidade de São Paulo/ESALQ. E-mail: iuridario@hotmail.com.

técnicos e não recebem visita de extensionistas. Enquanto as escolas de agronomia continuarem priorizando a formação teórica de seus alunos, sem lhes proporcionar experiência prática, e as pesquisas forem desenvolvidas principalmente em laboratórios ou em pequenas áreas experimentais, estaremos nos distanciando de nossos agricultores e da realidade da triticultura brasileira; os agricultores continuarão “abandonados no campo”, produzindo pouco, desistindo das lavouras.

Os agricultores, em sua grande maioria, carecem de adequada orientação técnica sobre escolha dos cultivares e época de instalação das lavouras, controle fitossanitário e de plantas daninhas, época de colher e comercializar sua produção, correção do solo, adubação de semeadura, quando, como e quanto aplicar de nitrogênio e potássio em cobertura e sobre adição ou de zinco em boro nas adubações.

Correção da Acidez

A calagem é de grande importância na cultura do trigo, tendo como principal finalidade a diminuição da acidez, promovendo a redução na absorção do alumínio, manganês e ferro. É responsável pelo fornecimento de cálcio e magnésio e por aumentar a disponibilidade de grande parte dos nutrientes, principalmente de fósforo, potássio, enxofre e da matéria orgânica, melhorar a estrutura do solo e aumentar a atividade de microrganismos que realizam a mineralização da matéria orgânica (VITTI, 2013).

Camargo, em 1984, estudando os efeitos de níveis de cálcio combinados com diferentes concentrações de sais na tolerância de trigo à toxicidade de alumínio, constatou que maior quantidade de cálcio é de necessária importância para manter crescimento normal das plantas em presença de alumínio.

A paralização do crescimento das raízes de trigo pelo alumínio pode ser quase completamente superada pela adição de uma quantidade extra de cálcio, magnésio, potássio ou sódio nas soluções nutritivas. O efeito do cálcio ou do magnésio foi praticamente idêntico na superação da toxicidade, e ambos foram mais eficazes do que o potássio ou sódio, cuja eficiência foi semelhante. Esses resultados

indicaram que a valência dos cátions foi de grande importância na superação da toxicidade do alumínio (ALI, 1973).

Em lavouras comerciais, a obtenção de alto rendimento é consequência de uma série de fatores e adoções que promovem o adequado desenvolvimento das plantas, sendo a adubação imprescindível para o sucesso agrônômico. A adubação só será bem sucedida se a acidez do solo for corrigida, e, como os solos brasileiros são geralmente ácidos, a calagem é uma prática indispensável.

A acidez do solo é devida principalmente ao material de origem e pode ser aumentada no decorrer dos anos por cultivos intensivos, que extraem os cátions cálcio e magnésio, que podem ser repostos com a calagem. Consultando boletins de diversas instituições do país, constata-se que há vários métodos para se calcular a quantidade de calcário a ser aplicada no solo. Os mais usuais são os seguintes:

1 - Calagem em função da saturação de bases

$$NC = (V_2 - V_1) \cdot T / PRNT \cdot 10$$

NC: necessidade de calcário (t/ha)

V_2 : saturação por bases desejada (varia de 70 a 80 %, dependendo do cultivar utilizado)

V_1 : saturação por bases atual do solo

T: capacidade de troca de cátions potencial do solo ($T = SB + H^+ + Al^{3+}$), em mmol/dm³

PRNT: poder relativo de neutralização total do calcário

2 - Calagem com base no índice SMP

É muito importante enfatizar que, diferente de recomendações de safras passadas, deve-se procurar elevar a saturação de bases para um mínimo de 70% e realizar uma eficiente correção do solo para a obtenção de alto rendimentos na cultura do trigo com a utilização de cultivares de alta produtividade, que não toleram acidez e alumínio.

De acordo com o Boletim Técnico do IAC (2002), deve-se realizar a amostragem de solo com periodicidade máxima de cinco anos, na profundidade de até 60 cm, para uma eficiente correção do solo.

Tabela 6.1 - Recomendações de calagem (calcário com PRNT = 100%) necessária para elevar o pH do solo para 6,0 (indicado para a cultura do trigo), para correção da acidez dos solos do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (CFS - RS/SC, 2004)

pH	pH desejado = 6,0	pH	pH desejado = 6,0
SMP	t/ha	SMP	t/ha
≤ 4,4	21,0	5,8	4,2
4,5	17,3	5,9	3,7
4,6	15,1	6,0	3,2
4,7	13,3	6,1	2,7
4,8	11,9	6,2	2,2
4,9	10,7	6,3	1,8
5,0	9,9	6,4	1,4
5,1	9,1	6,5	1,1
5,2	8,3	6,6	0,8
5,3	7,5	6,7	0,5
5,4	6,8	6,8	0,3
5,5	6,1	6,9	0,2
5,6	5,4	7,0	0,0
5,7	4,8	-	-

A maioria das recomendações de calagem alertam para problemas em caso de aplicação de dose superior a 6,0 t/ha, que poderá favorecer a disseminação de algumas doenças radiculares, em especial o mal-do-pé (*Gaeumannomyces graminis*), como também influenciar na disponibilidade de micronutrientes em pH mais

elevado, recomendando-se o parcelamento em duas etapas Guido Sanchez, importante consultor em trigo do país, verificou que a aplicação de 20,0 t/ha tem resultado em excelente produção de trigo, sem qualquer injúria às plantas e ao solo (INFORMAÇÃO PESSOAL, 2013).

O uso de calcário dolomítico é geralmente mais adequado que o calcítico, uma vez que a maioria dos solos brasileiros é pobre em magnésio e a aplicação de gesso é indicada para diminuir a saturação de alumínio nas camadas mais profundas do solo em decorrência de o sulfato carrear o cálcio. A dose de gesso não deve, porém, ser maior que 1/3 da dose de calcário e não exceder a 3,0 t/ha para evitar que o potássio seja lixiviado em maior quantidade junto com a água percolante.

Deve-se ressaltar que a importância da calagem não se resume simplesmente na correção da acidez e na neutralização do alumínio, mas também no fornecimento de cálcio e magnésio para as plantas, essencial para completarem seu ciclo vital. O cálcio faz parte da parede celular das plantas e tem função imprescindível no crescimento do sistema radicular e, em sua carência, o crescimento é paralisado, ocorrem o escurecimento e a morte das raízes (FERNANDES, 2006). Já o magnésio entra na composição da clorofila, com participação direta na fotossíntese. Plantas deficientes nesse elemento apresentam crescimento bastante reduzido.

O cálcio é imóvel no floema e o sintoma de deficiência aparece nas folhas mais velhas, com uma clorose nas bordas que caminha para o centro. O magnésio é móvel e o sintoma é detectado primeiro nas folhas mais novas, que apresentam coloração amarelo-bronzeada, permanecendo verdes apenas as nervuras. Em média, as plantas absorvem 2,0 kg de ambos os nutrientes, para produzir 1,0 tonelada de grãos de trigo e esta quantidade pode ser suprida pela calagem.

Não temos encontrado em lavouras de trigo no país problemas com a deficiência de enxofre, uma vez que esse nutriente tem sido adicionado ao solo nas aplicações de corretivos e fertilizantes concentrados, e em razão de as plantas absorverem SO_2 da atmosfera através dos estômatos.

A mais importante função do enxofre na planta é a formação de alguns aminoácidos essenciais ao metabolismo energético, e a composição de diversas proteínas. Por ser um elemento móvel no floema, sua deficiência, que é rara, é verificada através de uma clorose nas folhas mais novas. Sua principal rota de absorção é pelas raízes, na forma de íons de sulfato presentes na solução do solo via fluxo de massa. As plantas necessitam, em média, de 2,0 kg de enxofre para produzir uma tonelada de grãos de trigo. Portanto, aplicações específicas e suplementares desses três macronutrientes, cálcio, magnésio e enxofre, tanto via solo quanto foliar, são desnecessárias.

Nutrição

Para que as plantas se desenvolvam e produzam, 17 nutrientes são essenciais. Segundo Malavolta (1980), elemento essencial é aquele que, em sua ausência, a planta não completa o seu ciclo, não pode ser substituído por outro e deve estar diretamente envolvido na nutrição das plantas.

Estes elementos são classificados em macro e micronutrientes, dependendo das quantidades encontradas no solo e exigidas pelas plantas. São considerados macronutrientes: cálcio (Ca), carbono (C), enxofre (S), fósforo (P), hidrogênio (H), magnésio (Mg), nitrogênio (N), oxigênio (O) e potássio (K), e, como micronutrientes boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), ferro (Fe), molibdênio (Mo), manganês (Mn), níquel (Ni) e zinco (Zn).

Para um agricultor alcançar altas produções em suas lavouras, é de fundamental importância que todos esses nutrientes estejam em quantidade que satisfaça as exigências das plantas. Os nutrientes minerais (exceto carbono, hidrogênio e oxigênio) podem ser adicionados às adubações, que devem ser equilibradas, pois tanto a escassez quanto o excesso desses nutrientes irão afetar o desenvolvimento normal das plantas, podendo inclusive levá-las à morte.

As plantas de trigo demandam elevada quantidade de macronutrientes, principalmente nitrogênio e potássio (PAULETTI, 1998; FOLONI et al., 2009). A disponibilidade do nitrogênio e do

potássio e a adequada proporção deles no solo são fatores importantes nos processos de crescimento e desenvolvimento das plantas.

O metabolismo do nitrogênio nas plantas requer adequada quantidade de potássio no citoplasma (XU et al., 2002), sendo importante para a produção de aminoácidos e para o rendimento das culturas. Ruan et al. (1998; 1999) demonstraram que o potássio está envolvido no início dos processos metabólicos do nitrogênio, com incorporação do nitrogênio mineral e especialmente na redutase do nitrato. Marschner (1995) verificou esse envolvimento no final do processo.

As respostas das aplicações de nitrogênio e potássio na ocasião da semeadura e na cobertura têm sido geralmente positivas, ao contrário das adições de micronutrientes, que não têm resultado em aumento significativo de produção, exceto o boro em algumas situações.

Nitrogênio

Entre os nutrientes que influenciam o rendimento e a qualidade dos grãos de trigo, o nitrogênio é o mais absorvido durante o ciclo de desenvolvimento das plantas, e está envolvido em todos os processos metabólicos, fazendo parte das moléculas de proteínas, dos ácidos nucleicos, das moléculas de clorofila e dos citocromos. É essencial para a ação das enzimas e coenzimas, já que todas o contêm.

O nitrogênio é essencial à planta de trigo em todas as fases do ciclo. Sua aplicação tem reflexo direto na produção, pois promove aumento da área foliar das plantas e, conseqüentemente, da taxa fotossintética e de todos os fatores de produção: número de panículas por planta, em decorrência do maior perfilhamento, número de grãos por panículas e peso dos grãos.

Carvalho e Nakagawa (2000) afirmam que o nitrogênio tem importância relevante no desenvolvimento das plantas, e seus efeitos variam com as condições de ambiente e o estágio de desenvolvimento da planta em que o fertilizante é aplicado.

A disponibilidade do nitrogênio no solo está vinculada, entre outros fatores, à relação carbono/nitrogênio (C/N) dos resíduos

vegetais, principalmente no sistema de plantio direto, pois permanecem na superfície do solo (ARAÚJO et al., 2005). Em lavouras de grãos, a eficiência do uso do fertilizante nitrogenado é medida pela razão quilograma de nitrogênio aplicado/tonelada de grãos (para a produção de uma tonelada de trigo, são necessários 30 kg de nitrogênio) (SOUSA; LOBATO, 2002).

Teixeira Filho et al. (2007), pesquisando a resposta da aplicação de nitrogênio em cobertura na região do Cerrado, em cultivares de trigo irrigado por aspersão, verificaram que o nitrogênio é um dos nutrientes absorvidos em maior quantidade e sua carência pode ser fator limitante para o desenvolvimento da planta.

Os sintomas de deficiência de nitrogênio geralmente são amarelecimento das plantas e crescimento atrofiado, com redução do perfilhamento e porte. Como este nutriente é móvel na planta, as folhas mais velhas secam e morrem em decorrência da carência desse elemento. Inicialmente, em detrimento das reservas da parte aérea, a planta promove alongamento do sistema radicular, como uma tentativa de “buscar” o nutriente (FERNANDES, 2006).

Os agricultores, em sua maioria, sabem identificar os sintomas de deficiência desse nutriente. Ao constatarem a carência, realizam as adubações de cobertura na expectativa de resolver o problema, mas geralmente não são bem sucedidos, pois a aplicação do nitrogênio deve ser criteriosa e as doses e épocas de aplicação não devem seguir recomendações pré-estabelecidas, e sim a metodologia de manejo da cultura, as características dos cultivares e o desenvolvimento das plantas.

Mundstoch (1999) afirma que o nitrogênio é o nutriente mais difícil de ser manejado nos solos de regiões tropicais e subtropicais, em virtude do grande número de reações a que está sujeito e à sua alta instabilidade no solo (ERNANI, 2003). De acordo com sua teoria, recomenda o parcelamento da adubação nitrogenada, proporcionando maior eficiência na assimilação do nutriente pelo trigo, diminuindo as perdas por lixiviação em anos chuvosos e por volatilização em anos secos.

Como regra geral, recomenda-se aplicar uma pequena dose de nitrogênio na ocasião da semeadura do trigo, que não ultrapasse 20 kg/ha. Este nutriente será absorvido por fluxo de massa pelas raízes

das plantas, reduzido à forma amoniacal e transformado em compostos orgânicos, formando ácido glutâmico e outros aminoácidos. Esses aminoácidos são as unidades básicas para a formação das proteínas, e têm importantes papéis estruturais e funcionais nas plantas (MARSCHENER, 1995).

Para complementar a necessidade de nitrogênio, deve-se realizar a aplicação em cobertura, ou seja, durante o desenvolvimento das plantas. Estudos realizados em diferentes regiões do país indicam que o parcelamento da adubação nitrogenada resulta em maior recuperação do nutriente pela cultura e maior rendimento, quando comparados com a aplicação única (SANGOI et al., 2007; WAMSER; MUNDSTOCK, 2007; MEGDA et al., 2009).

Recomenda-se parcelar a adubação em cobertura em duas ou três etapas: no perfilhamento pleno, no início da formação do primórdio floral (início da formação da espiga) e no emborrachamento (5-7 dias antecedendo a liberação das espigas). É imprescindível fazer, para a obtenção de altos rendimentos produtivos, as duas primeiras adubações em cobertura, responsáveis pelo aumento do número de espigas por área (maior perfilhamento) e do número de espiguetas por espiga.

No período compreendido entre o perfilhamento e o início da diferenciação do primórdio floral, a falta de nitrogênio pode reduzir a formação de espiguetas (SANGOI et al., 2007). Segundo Espíndula et al. (2010), a melhor condição nutricional, resultante da maior disponibilidade de nitrogênio para as plantas, é observada no momento da diferenciação da gema vegetativa em reprodutiva (início da formação do primórdio floral), responsável pelo maior número de grãos por espiga.

A dose de nitrogênio a ser aplicado em cobertura varia de acordo com uma série de fatores que precisam ser avaliados: teor de matéria orgânica e textura do solo, desenvolvimento das plantas, sanidade, cultura anterior, metodologia de manejo etc., mas o ajuste da dose está na dependência do “olho agrônomo” do responsável pela recomendação, pois somente quem “vive” a lavoura consegue adequar a dose, a partir das informações obtidas em tabelas, que levam em consideração os dados das análises de solo e dos cultivares, sem incluir o ambiente e as plantas.

A maioria das tabelas de adubação recomenda aplicar entre 20 e 80 kg/ha de nitrogênio em duas etapas, para teores de matéria orgânica no solo entre 2,5 e 5,0 %, em aplicações comerciais se obtidas respostas positivas em aplicações de até 120 kg/ha. No Paraná, principal produtor de trigo do Brasil, a adubação nitrogenada recomendada, em kg/ha, leva em consideração a cultura anterior, de acordo com a Tabela 6.2.

Tabela 6.2 - Indicação de adubação nitrogenada (kg de N/ha) para a cultura do trigo no Paraná (COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 2012)

Cultura anterior	N aplicado na semeadura	N aplicado em cobertura
Leguminosa	10 - 30	30 - 60
Gramínea	25 - 50	30 - 90

Mas o nitrogênio deve ser corretamente aplicado, pois doses em excesso estimulam a elongação do caule e podem levar as plantas ao acamamento, e o enchimento de grãos fica prejudicado quando as plantas encontram-se acamadas. Além disso, quando o acamamento ocorre no estágio de maturação fisiológica dos grãos, esses iniciam o processo de germinação na espiga, aumentando a respiração e diminuindo sua massa, inviabilizando sua utilização para a panificação (ZAGONEL; FERNANDES, 2007).

Em adubações desequilibradas, o excesso de nitrogênio pode promover maior desenvolvimento das plantas, criando um microclima mais úmido na lavoura, favorável ao desenvolvimento de patógenos, acarretando maior incidência de doenças na cultura. Os agricultores erroneamente acreditam que o simples fato de aplicar o nitrogênio em cobertura aumentará o risco de doenças, mas na realidade é a aplicação de fertilizantes sem uma adequada orientação agronômica que tem causado problemas nutricionais e fitossanitários nos trigaís.

Entre as diversas fontes de nitrogênio para adubação de cobertura, a ureia é a mais concentrada (45% de N) e mais utilizada, mas possui como característica desfavorável as elevadas perdas por

volatilização, que são aumentadas pela palhada sobre o solo e pela falta de chuva para a sua incorporação (CANTARELLA et al., 2008). Recentemente foram lançados, no mercado, produtos contendo ureia com aditivos que minimizam as perdas por volatilização.

As *Poaceas*, como o trigo, apresentam em sua constituição, em média, 2,9% de nitrogênio na planta inteira e 2,0% nos grãos (CANTARELLA, 2007) e, por não se beneficiarem da fixação biológica de nitrogênio, na mesma proporção que outras plantas como as *Fabaceas*, precisam obter praticamente todo o N do solo e dos fertilizantes, razão da importância das adubações nitrogenadas na cultura do trigo.

Uma alternativa à adubação nitrogenada mineral é a rotação de culturas com leguminosas. Poucos estudos avaliaram o efeito de espécies de adubos verdes, cultivadas no período outonal, entre a colheita do milho e a semeadura do trigo. Neste esquema de sucessão de culturas, o nabo forrageiro, a ervilhaca comum e a ervilha-forrageira constituem alternativas promissoras, devido ao ciclo e ao potencial em reciclar e disponibilizar nutrientes para a cultura do trigo; há estudos que indicam acúmulo de nitrogênio que variam entre 60 e 110 kg ha⁻¹ (GIACOMINI et al., 2003; CABEZAS et al., 2004; NUNES et al., 2011; VARGAS et al., 2011).

Embora possa haver alta concentração de nitrogênio na parte aérea das espécies utilizadas como adubos verdes, a quantidade que será aproveitada pela cultura em sucessão dependerá do sincronismo entre a decomposição da biomassa e a demanda da cultura (AITA et al., 2001).

Após a liberação inicial do N da fonte orgânica ou mineral, ele pode ser absorvido pelas plantas, perdido por lixiviação, volatilização, erosão e desnitrificação, ou ainda permanecer no solo, predominantemente na forma orgânica (BOLOGNA et al., 2006).

Fósforo

O fósforo é essencial para o desenvolvimento das plantas e, em sua carência, a absorção do nitrogênio e do potássio é prejudicada, o que indica que este elemento é imprescindível para a obtenção de

altos rendimentos produtivos da cultura do trigo, tendo fundamental participação nos processos de síntese de proteínas e de fotossíntese, com reflexos no aumento do número de espigas por estimular o perfilhamento e o enraizamento.

Entre os macronutrientes, o fósforo é o que apresenta menor concentração na solução do solo, mas, se estiver disponível, é suficiente para atender às necessidades das plantas. Sua deficiência causa redução no perfilhamento e no desenvolvimento das plantas, que ficam atrofiadas e os sintomas, devido à mobilidade do fósforo, aparecem nas folhas mais velhas, que apresentam coloração bronzeada.

A maior ou menor eficiência no aproveitamento do fósforo presente no solo é provocada pela absorção, translocação e utilização desse nutriente pelas plantas, bem como pelas diferenças associadas às características morfológicas e fisiológicas das plantas (ABICHEQUER; BOHNEN, 1998).

Na planta, o fósforo exerce papel primordial no metabolismo e na fisiologia, sendo essencial na cadeia fotossintética, compondo moléculas de ADP e ATP responsáveis pela transferência e pelo armazenamento de energia dos fosfolipídeos das membranas e desempenha papel estrutural, fazendo parte das moléculas dos ácidos nucleicos (DNA e RNA) e das coenzimas (EPSTEIN; BLOOM, 2005).

Há várias evidências de que muitos dos processos bioquímicos e fisiológicos e das mudanças morfológicas que ocorrem em resposta à deficiência de fósforo estão associados com alterações da expressão gênica (RAGHOTHAMA, 2000).

A redução da taxa de crescimento da parte aérea ocorre logo após o início da deficiência de fósforo, enquanto o crescimento da raiz só é limitado após maior intervalo e com menos intensidade (FREDEEN et al., 1989)

Alguns hormônios vegetais, como auxinas, etileno e citocininas, podem estar envolvidos na modificação da arquitetura radicular, no desenvolvimento de raízes laterais, no alongamento de pelos radiculares e na formação de raízes proteoides, em caso de deficiência de fósforo (VANCE et al., 2003).

Consultando inúmeras tabelas de recomendações de adubação (Tabela 6.3), a quantidade de fósforo a ser aplicada no solo varia de 20 a 110 kg de P_2O_5 /ha, devendo ser distribuído integralmente na semeadura do trigo, em razão da sua baixa mobilidade no solo.

Tabela 6.3 - Necessidade de adubação de fósforo de acordo com o rendimento esperado, recomendado para o estado de São Paulo (COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 2012).

Rendimento esperado t/ha	P resina (mg/dm ³)			
	0 - 6	7 - 15	16 - 40	> 40
	P_2O_5 (kg/ha)			
2,5 - 3,5	80	60	40	20
3,5 - 5,0	90	60	40	20

Potássio

O potássio é o cátion mais abundante em praticamente todas as culturas e está presente nos tecidos, na maioria das vezes em formas solúveis em água. É considerado o mais móvel dos nutrientes no sistema solo-planta-atmosfera e particularmente na planta (MALAVOLTA, 2005).

Apresenta importante participação na translocação dos carboidratos sintetizados no processo fotossintético, na síntese de proteínas e na ativação enzimáticas. Em caso de deficiência, as plantas passam a acumular carboidratos solúveis e reduzem o acúmulo de amido e compostos nitrogenados. Em caso de falta, ocorre o acúmulo de aminoácidos básicos (arginina, ornitina, citrulina), que dão origem a poliaminas como a putrescina, que causa clorose e necrose das margens e pontas das folhas mais velhas, das quais parte do elemento migra para os órgãos mais novos. (MALAVOLTA, 2005).

É absorvido na forma de K^+ e não sofre alteração em sua forma no interior das plantas (MARSCHNER, 1995).

Quase a metade dos solos cultivados no Brasil é pobre em potássio e, de maneira geral, as plantas de trigo não recebem as doses necessárias e suficientes de potássio para expressarem todo seu potencial produtivo, uma vez que a adubação em cobertura não é prática usual e esse elemento é geralmente aplicado unicamente na ocasião da semeadura.

Constatamos em diversas lavouras respostas positivas da aplicação do potássio em cobertura, com vantagens para o parcelamento, 1/3 na ocasião da semeadura e 2/3 no estágio de perfilhamento pleno ou até o início da formação do primórdio floral, pois adubações tardias não têm apresentado resultados positivos.

Segundo Marschner (1995), a exigência de potássio para o ótimo crescimento das plantas varia de 20 a 50 g.kg⁻¹ de massa seca vegetal. Malavolta (2006), comenta que a deficiência de potássio em trigo ocasiona acamamento, doenças e baixos rendimentos, podendo promover também o chochamento de grãos devido à senescência precoce das folhas. O primeiro sintoma visível de deficiência de potássio nas plantas é a clorose em manchas ou marginal, que então evolui para necrose, principalmente nos ápices foliares, nas margens e entre nervuras (FERNANDES, 2006).

Os caules de plantas deficientes em potássio podem ser delgados e fracos, com regiões internodais anormalmente curtas (TAIZ; ZEIGER, 2004), favorecendo o acamamento das plantas, que é agravado em cobertura rica em nitrogênio e pobre em potássio.

Praticamente todas as tabelas recomendam a aplicação do potássio integralmente na semeadura, mas temos constatado que a aplicação de 30-40 kg de K₂O/ha em cobertura em pleno perfilhamento (25-35 dias do ciclo) tem apresentado respostas positivas de aumento de produção e contribuído para melhor desenvolvimento das plantas, uma vez que, por fazer parte do tecido esclerenquimatoso e participar de uma série de reações enzimáticas, plantas bem nutridas em potássio resistem mais ao acamamento e às infecções fúngicas, além de que o potássio é um elemento facilmente lixiviado no solo.

De acordo com as tabelas de recomendação (Tabela 6.4), a quantidade de potássio a ser aplicada, incluindo adubação de semeadura e de cobertura, varia de 0 - 100 kg de K₂O/ha.

Tabela 6.4 - Necessidade de adubação de potássio de acordo com o rendimento esperado, recomendado para o estado de São Paulo (COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 2012)

Rendimento esperado t/ha	K trocável (mmol/dm ³)			
	0 – 0,7	0,8 – 1,5	1,6 – 3,0	> 3,0
	K ₂ O (kg/ha)			
2,5 - 3,5	60	40	20	10
3,5 - 5,0	90	60	40	20

Micronutrientes

Segundo Yamada (2004), o consumo de micronutrientes na agricultura brasileira tem aumentado constantemente nas últimas duas décadas, permitindo um balanço positivo entre a entrada, através dos fertilizantes e corretivos, e a saída, através da colheita, melhorando a fertilidade do solo e promovendo espetacular aumento na produção agrícola com maior rendimento, mas há necessidade de estudos adicionais para melhor calibração para a recomendação dos micronutrientes.

Passaram-se dez anos e ainda estamos carentes de resultados que direcionem os agricultores no uso dos micronutrientes. O que verificamos é um número crescente de empresas de insumos, mas há carência de recomendações adequadas e eficientes.

Segundo o Boletim da Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale (2013), os solos dos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina são, em geral, bem supridos em micronutrientes, sendo incomum a constatação de deficiências na cultura do trigo. Como os fertilizantes fosfatados e o calcário contêm pequenas quantidades de micronutrientes, seu uso deve ser cauteloso, pois a demanda desses elementos é muito pequena.

Para o estado do Paraná, não se recomenda o uso de micronutrientes na cultura do trigo por não terem sido constatadas respostas positivas da sua aplicação. Já para São Paulo, recomenda-se

aplicar 3,0 kg de Zn/ha em solo com teor inferior a 0,6 mg/dm³, e 1,0 kg de B/ha em solo com teor inferior a 0,3 mg/dm³.

Entre os micronutrientes, o zinco e o boro merecem uma atenção especial, e, partir de resultados obtidos em áreas experimentais e em lavouras comerciais, pode-se chegar a uma recomendação que beneficie as plantas.

O zinco é necessário na formação da auxina, que contribui para o aumento do volume celular. Com sua deficiência, as plantas tem o desenvolvimento prejudicado e as folhas mais novas, já que o zinco não é móvel no floema, apresentam uma coloração verde-esbranquiçada, que evolui para ferruginosa, com estreitamento do limbo foliar.

A importância do zinco na cultura do trigo já foi observada há mais de meio século. Estudos desenvolvidos por Cheng (1955) na China, mostraram que o tratamento de sementes com ZnSO₄ proporcionou incremento de 12% na produção de massa seca da parte área de plântulas de trigo.

Como em nossos solos tropicais a concentração de zinco disponível é geralmente muito baixa, seja devido ao material de origem dos solos, seja pelas práticas agrícolas inadequadas, a deficiência de zinco é considerada a mais comum entre os micronutrientes, sobretudo em solos arenosos (OHSE et al., 1999).

Bonnecarre et al. (2004) afirmam que as quantidades de zinco em nossos solos são geralmente insuficientes à exigência vegetal, e distúrbios fisiológicos são observados em sua carência, com reflexos no rendimento de grãos. Sendo assim, a aplicação de zinco na cultura do trigo pode ser uma prática recomendável, a partir de uma eficiente análise do solo, considerando-se a interação solo-planta e a metodologia de manejo do cultivo.

Para a adequada nutrição do trigo com zinco, tem-se recomendado aos agricultores a aplicação via solo, pois aplicações foliares ou através do tratamento de sementes têm apresentado respostas muito contraditórias e necessitam de mais estudos. A dose do zinco aplicado com o adubo formulado normalmente tem sido pequena com a utilização de fórmulas mais concentradas, que geralmente não suprem as necessidades das plantas e sua correção ocorre após sucessivos cultivos.

O boro tem grande importância no desenvolvimento das plantas, pois participa de inúmeras funções e faz parte de diversos componentes vegetais. Atua no metabolismo de carboidratos e no transporte de açúcares através de membranas, na formação das paredes celulares e no movimento da seiva, no desenvolvimento das folhas e das gemas. Sua carência desorganiza os meristemas e reduz sensivelmente a floração, causando o chochamento das espiguetas, e como consequência, a diminuição na produção de trigo.

Um dos primeiros trabalhos desenvolvido com o objetivo de avaliar a importância do boro no controle do chochamento do trigo foi conduzido por Silva e Andrade (1983) em Planaltina (DF). Durante três safras consecutivas, foi avaliada a influência da aplicação na ocasião da semeadura, de 0,65 kg de B/ha, na forma de bórax. Os resultados foram positivos em decorrência sensível do chochamento em plantas que receberam esse nutriente.

Infelizmente, passados mais de trinta anos, ainda estamos carentes de informações que orientem os agricultores sobre a aplicação do boro em lavouras, pois a deficiência favorece o chochamento e doses altas podem acarretar fitointoxicação irreversível. Sabe-se que a faixa entre a deficiência e a toxicidade é muito estreita. O boro é facilmente lixiviado no solo, adubações foliares em trigo não têm mostrado bons resultados e o chochamento está também na dependência de fatores climáticos.

Assim como o zinco, a quantidade necessária de boro de que a planta necessita para a produção de 1,0 t de grãos de trigo/ha é da ordem de 100 gramas, que pode ser fornecida no adubo de semeadura, pois aplicações foliares e via sementes não tem mostrado respostas satisfatórias.

Fertirrigação

O nitrogênio é o elemento mais frequentemente aplicado via água de irrigação. Como apresenta alta mobilidade no solo e, conseqüentemente, alto potencial de perdas, principalmente por lixiviação de nitrato (NO_3^-), com a fertirrigação pode-se parcelar a aplicação de fertilizantes nitrogenados de acordo com a demanda das culturas, reduzindo as perdas sem onerar o custo de produção

(COELHO, 2003). Como os fertilizantes nitrogenados, na forma sólida, são altamente solúveis em água, não apresentam problemas para sua utilização via água de irrigação (VITTI et al., 1993).

Ainda segundo Coelho (2003), no Brasil, somente nos últimos anos é que a fertirrigação tem-se firmado como técnica, sendo os proprietários de sistemas de irrigação localizada e de pivô central, principalmente para a aplicação de adubos nitrogenados.

É importante salientar que, na fertirrigação, os nutrientes diluídos na água são aplicados de forma que venham a infiltrar-se no solo, predominando a absorção radicular e não a foliar.

Para Costa et al. (1986), a aplicação de fertilizantes via irrigação é uma prática adotada rotineiramente em função de suas vantagens, como economia na mão de obra, possibilidade de aplicar o produto em qualquer fase do ciclo da cultura, fácil parcelamento, controle e maior eficiência na utilização de nutrientes.

A prática da fertirrigação acarreta diversos benefícios, quando comparada com as aplicações de fertilizantes na forma tradicional: permite obter redução do custo de aplicação, em razão da redução da mão de obra e do custo operacional de máquinas; melhor uniformidade de distribuição dos produtos via irrigação; menor compactação do solo, pois reduz o tráfego de máquinas na área cultivada; menor dano mecânico à cultura; aplicação de produtos químicos em qualquer fase de desenvolvimento das culturas, independente de sua altura ou do fechamento entre as fileiras, fornecendo o nutriente no momento certo e na quantidade necessária. Isso evita perdas e desbalanço nutricional; melhor incorporação e menor risco de contaminação do ambiente, quando adequadamente utilizada (SOUSA; LOBATO, 2002).

Para Pinto e Feitosa Filho (2002), a fertirrigação propicia redução das perdas de nitrogênio principalmente pela lixiviação, já que a profundidade e a quantidade do produto aplicado é controlada; menor perda por volatilização, causando menor compactação do solo, já que há menos trânsito de tratores; redução da contaminação do meio ambiente, como consequência do melhor aproveitamento pelas plantas pelos nutrientes móveis no solo.

Referências

- ABICHEQUER, A. D.; BOHNER, H. Eficiência de absorção, translocação e utilização de fósforo por variedades de trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 22, p. 21-26, 1998.
- AITA, C.; BASSO, C. J.; CERETA, C. A.; GONÇALVES, C. N.; DA ROS, C. O. Plantas de cobertura de solo como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 157-165, 2001.
- ALI, S. M. E. **Influence of cation sonaluminum toxicity in wheat (*Triticum aestivum* Vill., Host)**. 1973. 102 f. Tese (Doutorado) - University of Oregon, Corvallis, 1973.
- ARAÚJO, A. F.; TEIXEIRA, G. M.; CAMPOS, A. X.; SILVA, F. C.; AMBROSANO, E. J.; TRIVELIN, P. C. O. Utilização de nitrogênio pelo trigo cultivado em solo fertilizado com adubo verde (*Crotalariajuncea*) e, ou, ureia. **Ciência Rural**, v. 35, p. 284-289, 2005.
- BOLETIM DA REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE. - Safra 2013, Londrina, PR: IAPAR, 2013. 220 p.
- BOLETIM TÉCNICO DO IAC. **Recomendações da Comissão Técnica de Trigo**. 3. ed. Campinas, SP: Instituto Agrônômico, 2002. 94 p. (Informações Técnicas para Trigo e Triticale).
- BOLOGNA, I. R.; FARONI, C. E.; LANGE, A.; TRIVELIN, P. C. Perda de nitrogênio pela parte aérea de plantas de trigo. **Ciência Rural**, v. 36, p. 1106-1111, 2006.
- BONNECARRERE, R. A. G.; LONDERO, F. A. A.; SANTOS, O.; SCHMIDT, D.; PILAU, F. G.; MANFRON, P. A.; DOURADO NETO, D. Resposta de genótipos de arroz irrigado à aplicação de zinco. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 10, p. 214-222, 2003.
- CABEZAS, W. A. R. L.; ALVES, B. J. R.; CABALLERO, S. S. U.; SANTANA, D. G. Influência da cultura antecessora e da adubação nitrogenada na produtividade de milho em sistema plantio direto e solo preparado. **Ciência Rural**, v. 34, p. 1005-1013, 2004.
- CAMARGO, C. E. O. Efeitos de níveis de cálcio combinados com diferentes concentrações de sais na tolerância de trigo à toxicidade de alumínio, em solução nutritiva. **Bragantia**, Campinas, v. 43, n. 2, p. 381-388, 1984.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.
- CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P. C. O.; CONTIN, T. L. M.; DIAS, F. L. F.; ROSSETTO, R.; MARCELINO, R.; COIMBRA, R. B.; QUAGGIO, J. A. Ammonia volatilisation from urease inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets. **Scientia Agrícola**, v. 65, n. 4, p. 397-401, 2008.

- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2000. 429 p.
- CHENG, T. The effect of seed treatment with microelements upon the germination and early growth of wheat. **Scientia Sínica**, Beijing, v. 4, p. 129-135, 1955.
- COELHO, A. M. Fertilização em culturas anuais produtoras de grãos. **Item**, Brasília, n. 58, p. 44-54, 2003.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina/Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. 10. ed. Porto Alegre: Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004. 400 p.
- COSTA, E. F. da; FRANÇA, G. E.; ALVES, V. M. C. Aplicação de fertilizantes via água de irrigação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 139, p. 63-68, 1986.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives**. Sunderland: Sinauer Associates, 2005. p. 201-242.
- ERNANI, P. R. **Disponibilidade de nitrogênio e adubação nitrogenada pra a macieira**. Lages, SC: Graphel, 2003. 76 p.
- ESPINDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; SOUZA, M. A.; GROSSI, J. A. S.; SOUZA, L. T. Doses e formas de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e produção da cultura do trigo. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1404-1411, Nov./Dez. 2010.
- FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2006.
- FOLONI, J. S. S.; ECHER, F. R.; CRESTE, J. E.; VILASBOAS, G. A. Ureia e nitrato de amônio via pulverização foliar no trigo. **Cultura Agronômica**, v. 18, p. 83-94, 2009.
- FREDEEN, A. L.; RAAB, T. K.; RAO, I. M.; TERRY, N. Influence of phosphorus nutrition on photosynthesis in *Glycine max*. **Plant Physiol.**, v. 89, p. 225-230, 1989.
- GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; VENDRUSCOLO, E. R. O.; CUBILLA, M.; NICOLOSO, R. S.; FRIES, M. R. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 325-334, 2003.
- MALAVOLTA, E. **Elementos da nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.
- MALAVOLTA, E. Potássio - Absorção, transporte e redistribuição na planta. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T. L. (Ed.). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba, SP: Instituto da Potassa e do Fosfato; Instituto Internacional da Potassa, 2005. p. 179-230.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889 p.

MEGDA, M. M.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. M. C.; VIEIRA, M. X. Resposta de cultivares de trigo ao nitrogênio em relação às fontes e épocas de aplicação sob plantio direto e irrigação por aspersão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 4, p. 1055-1060, Jul./Ago. 2009.

MUNDSTOCK, C. M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto Alegre: Evnagraf, 1999. 227 p.

NUNES, A. S.; SUZA, L. C. F.; MERCANTE, F. M. Adubos verdes e adubação mineral nitrogenada em cobertura na cultura do trigo em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 432-438, 2011.

OHSE, S.; SANTOS, O. S.; MENEZES, N. L.; SCHMIDT, D. Efeito de fontes e doses de zinco sobre a germinação e vigor de sementes de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 19, n. 2, p. 369-373, 1997.

PAULETTI, V. **Plantio direto: atualização tecnológica**. São Paulo: Fundação Cargil, 1998.

PINTO, J. M.; FEITOSA FILHO, J. C. Fertirrigação na fruticultura. **Item**, Brasília, n. 55, p. 70-74, 2002.

RAGHOTHAMA, K. G. Phosphate transport and signaling. **Curr. Opin. Plant Biol.**, v. 3, p. 182-187, 2000.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE – 2012. **Informações técnicas para trigo e triticale - Safra 2013**. Londrina, PR: IAPAR, 2013. 220 p.

RUAN, J.; WU, X.; YE, Y.; HARDTER, R. Effect of potassium, magnesium and sulphur applied in different form of fertilizers on free amino acid content in leaves of tea (*Camellia sinensis* L.). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 76, p. 389-396, 1998.

RUAN, J.; WU, X.; HARDTER, R. Effects of potassium and magnesium nutrition on the quality components of diffents types of tea. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 79, p. 47-52, 1999.

SANGOI, L.; BERNIS, A. C.; ALMEIDA, M. L.; ZANIN, C. G.; SCHWEITZER, C. Características agrônômicas de cultivares de trigo em resposta à época da adubação nitrogenada de cobertura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1564-1570, 2007.

SILVA, A. R.; ANDRADE, J. M. V. Efeito de micronutrientes no chochamento do trigo de sequeiro e nas culturas de soja e arroz, em Latossolo Vermelho-Amarelo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v 8, n. 6, p. 593-601, 1983.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Adubação com nitrogênio. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, GO: Embrapa Cerrados, 2002. p. 129-145.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 720 p.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; ALVAREZ, R. C. F.; FREITAS, J. G.; ARF, O.; SÁ, M. E. Resposta de cultivares de trigo irrigados por aspersão ao nitrogênio em cobertura na região do Cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 29, p. 421-425, 2007.

VANCE, C. P.; UHDE-STONE, C.; ALLEN, D. L. Phosphorus acquisition and use: Critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. **New Phytol.**, v. 157, p. 423-447, 2003.

VARGAS, T. O.; DINIZ, E. R.; SANTOS, R. H. S.; LIMA, C. T. A.; URQUIAGA, S.; CECON, P. R. Influência da biomassa de leguminosas sobre a produção de repolho em dois cultivos consecutivos. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. 562-568, 2011.

VITTI, A. P.; MACEDO, J. C. R. Programa cooperativo sobre silvicultura de espécies nativas. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1.; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO – Floresta para o desenvolvimento: política, ambiente, tecnologia e mercado, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** São Paulo: SBS; [S.l.]: SBEF, 1993. v. 2, p. 765.

VITTI, G. C. **Corretivos e condicionadores do solo** – Uso eficiente do calcário e do silicato. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 2013. 145 p. (Apostila de aula).

WAMSER, A. F.; MUNDSTOCK, C. M. Adubação nitrogenada em estádios fenológicos em cevada, cultivar “MN 698”. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 37, n. 4, p. 942- 948, 2007.

XU, G.; WOLF, S.; KAFKAFI, U. Ammonium on potassium interaction in sweet pepper. **Journal of Plant Nutrition**, v. 25, p. 719-734, 2002.

YAMADA, T. Deficiências de micronutrientes, ocorrência, detecção e correção: o sucesso da experiência brasileira. **Potafos**: encarte técnico. Piracicaba, SP, 2004. 12 p. (Informações Agronômicas, 105).

ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Doses e épocas de aplicação do regulador de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 331-339, 2007.

7

IRRIGAÇÃO

Walter Quadros Ribeiro Júnior¹

Omar Cruz Rocha²

Lineu Neiva Rodrigues³

Antonio Fernando Guerra⁴

Jorge Antonini⁵

Cristiane Andréa de Lima⁶

A irrigação e a produção de alimentos

Relatório recente da FAO indica que a produção de alimentos terá que aumentar cerca de 60%, a fim de suprir as novas demandas nutricionais da sociedade, de uma população mundial que aumenta cerca de 80 a 85 milhões de pessoas a cada ano. Nesse contexto, a agricultura irrigada terá um papel fundamental (RODRIGUES et al., 2008).

¹ Engenheiro-Agrônomo, M.S., D.S. e Pesquisador da Embrapa Cerrados. E-mail: walter.quadros@embrapa.br

² Engenheiro-Agrônomo, M.S., D.S. e Pesquisador da Embrapa Cerrados. E-mail: omar.rocha@embrapa.br

³ Engenheiro-Agrônomo, M.S., D.S. e Pesquisador da Embrapa Cerrados. E-mail: Lineu.rodrigues@embrapa.br

⁴ Engenheiro-Agrônomo, M.S., D.S. e Pesquisador da Embrapa Cerrados. E-mail: antonio.guerra@embrapa.br

⁵ Engenheiro-Agrônomo, M.S., D.S. e Pesquisador da Embrapa Cerrados. E-mail: antonio.guerra@embrapa.br

⁶ Engenheira-Agrônoma, M.S., D.S. e Pós doutoranda UnB/CAPES. E-mail: cristiane.andrea@yahoo.com.br

A demanda por alimentos tem crescido não somente pelo aumento da população mundial, mas também pelo aumento do consumo per capita de países populosos, como a China e a Índia. Outro fator importante a ser destacado é migração de cultivos alimentícios para produção de agro energia que ocorre devido à alta dos preços do petróleo e derivados.

Espera-se que a área agrícola mundial, de 1,4 bilhão de hectares, em curto prazo altere pouco, mesmo com outras áreas disponíveis, considerando que o aumento das fronteiras agrícolas, via de regra, tem um elevado custo ambiental. Este cenário deve alterar a relação entre a oferta (que diminui com a redução do avanço das fronteiras agrícolas e com o advento dos cultivos energéticos) e a demanda (que só aumenta devido ao aumento de consumo e da população). Como se não bastasse, as mudanças climáticas devem afetar a quantidade precipitada, que é um fator relacionado muitas vezes com a diminuição de produtividade. Regiões tradicionais de trigo de sequeiro podem futuramente necessitar de irrigação complementar. As áreas de sequeiro, sujeitas às variabilidades climáticas que limitam a produtividade continuarão a ser muito maiores que as áreas irrigadas. Os cultivos com irrigação recebem, via de regra, água das fontes superficiais (barragens, por exemplo), e os cultivos de sequeiro, com precipitação natural, têm como fonte adicional a água do oceano, que é uma oferta bastante significativa. A agricultura é considerada a atividade que mais utiliza água doce, ou seja, 46%, sendo o consumo urbano de 27% e o industrial de 17% (ANA, 2007). Para produzir uma única tonelada de trigo, as plantas exigem 1.000 toneladas de água (PIRES et al., 2008). Cultivos com irrigação que têm um custo adicional reduzem drasticamente os riscos da produção, em comparação com o cultivo de sequeiro, mas a irrigação tem sido utilizada preferencialmente em cultivos mais rentáveis. A irrigação de trigo tem, na maioria das vezes, um efeito positivo na produtividade, como obtido no exemplo a seguir em cinco genótipos de trigo (Fig.3). Em média, produzem-se 8 kg de grãos por milímetro de água aplicada (PASSIOURA, 2006). Outros experimentos com trigo também obtiveram resposta à irrigação (GUERRA, 1994, GUERRA, 1995), assim como o feijoeiro (GUERRA et al., 2000), que compete com o trigo irrigado. Estudos da interação com nitrogênio têm sido conduzidos para melhorar ainda

mais a viabilidade econômica desta prática (CAVIGLIA; SADRAS, 2001; ZAGONEL et al., 2002; LI; RAO, 2003; TRINDADE et al., 2006). O Brasil é privilegiado em relação a recursos hídricos (12% do total mundial, segundo ANA (2007)), mas tem áreas de extrema carência, uma vez que 75% da água doce do país fica na Amazônia. Este recurso natural abundante é limitado e vulnerável, e deve ser compartilhado com o setor agrícola e demais usuários industriais e urbanos. Exemplo disso pode ser visto no Rio Grande do Sul. O tema água para plantio de arroz irrigado *versus* o abastecimento de áreas urbanas foi amplamente discutido naquele Estado, durante períodos de escassez de chuvas (LIMA et al., 1999).

Regiões com Aptidão para a Produção de Trigo Irrigado no Brasil

Nas regiões tradicionais de produção, o trigo é plantado em época chuvosa, não se justificando a irrigação, que é feita por apenas uma pequena parte dos produtores. Isso ocorre porque os custos do sistema de irrigação não justificam os ganhos em termos de produtividade. Além disso, na hipótese de se instalar um sistema de irrigação na região tradicional, há outros cultivos mais rentáveis que trigo para se irrigar. Mudanças climáticas futuras podem alterar esta lógica.

Regiões com deficiência de chuva, para serem consideradas com potencial para irrigação, dependem da disponibilidade de fontes superficiais. O trigo, como cereal de inverno, necessita adicionalmente de clima favorável, isto é, frio noturno, como ocorre na região de origem botânica da espécie, o que acaba selecionando regiões de maior altitude. Clima mais quente diminui o ciclo vegetativo, reduzindo o potencial produtivo, podendo reduzir também o espigamento, além de outros efeitos fisiológicos indesejáveis, nem sempre resolvidos pela vernalização. O calor afeta a planta desde a germinação (CARGNIN et al., 2006), havendo variabilidade entre materiais quanto ao estresse abiótico para floração e produção de grãos (OLIVEIRA et al., 2011). Quando se acrescenta o fator umidade, criam-se condições favoráveis para doenças, sendo brusone a mais importante no Cerrado. Todos esses fatores restringem a área com aptidão para o trigo de sequeiro.

A área real de trigo irrigado é bem menor que a área potencial, o que pode ser explicado pela concorrência do trigo com outros cultivos de maior retorno, assim como feijão e hortaliças.

Os estados do MS, SP, MG, GO, DF, MT e BA têm aptidão para o cultivo do trigo irrigado. Alguns não o cultivam porque preferem cultivos mais rentáveis, ou porque não têm moinhos próximos para absorver a demanda.

Métodos e Manejo de Irrigação em Trigo

Método de irrigação é o processo pelo qual a água é aplicada nas culturas. Em geral, quatro são os principais: por superfície, por aspersão, localizada e por subirrigação. Para cada método, existem diferentes sistemas de irrigação adaptáveis a diferentes condições de clima, solo, culturas, infraestrutura e potencial socioeconômico. No caso específico do trigo irrigado, em que as áreas são predominantemente localizadas no Cerrado brasileiro e normalmente apresentam escala empresarial, o método adotado é o de aplicação de água por aspersão.

O método de irrigação por aspersão é caracterizado por utilizar o ar como veículo de condução da água dos emissores até a cultura e apresenta como principais vantagens a capacidade de adaptação a diferentes condições de solo e relevo, o uso reduzido de mão de obra e a boa eficiência de irrigação em condições atmosféricas normais. Por outro lado, apresenta a desvantagem de necessitar de energia elétrica para pressurização do sistema.

No Cerrado, por se tratar de grandes áreas, os sistemas de irrigação por arpersão mais utilizados são do tipo mecanizado, variando desde sistemas autopropelidos e pivôs centrais até sistemas lineares de deslocamento. O pivô central é o sistema mais utilizado e permite irrigação de áreas de 10 a 200 ha. A maioria desses sistemas irriga, por unidade, áreas compreendidas entre 60 e 100 ha. Nos sistemas de irrigação por pivô central, a linha lateral gira em torno de uma torre fixa na qual está instalada a caixa de comando de velocidade e alinhamento do pivô, que se dão em conformidade com a última torre. A linha móvel é montada sobre torres, acopladas cada

uma por um par de pneus. Essas torres têm um sistema de propulsão próprio, acionado por motores elétricos com potência de 0,5 a 1,5 CV.

Tecnologia moderna, bem dimensionada e criteriosamente instalada de acordo com o projeto é de fundamental importância para a obtenção de sucesso na agricultura irrigada. No entanto, por si só não promove os resultados esperados se não estiver associada a técnicas de manejo de irrigação eficientes, imprescindíveis para aumentar a rentabilidade da cultura a partir da otimização da produtividade e da qualidade do trigo produzido.

Vários são os critérios passíveis de serem utilizados para o manejo da água de irrigação na cultura do trigo. O melhor critério, teoricamente, seria aquele que considerasse o maior número de fatores determinantes da transferência de água no sistema solo-planta-atmosfera. Os critérios de manejo de água mais utilizados e estudados para cultura do trigo são normalmente fundamentados em medidas no solo e na atmosfera. Os baseados em medidas no solo têm como referência a determinação direta do teor de água do solo (sondas de umidade) ou indireta (tensiômetros), a partir da leitura da tensão de água no solo. Já os métodos baseados em medidas climáticas variam desde simples medidas de evaporação de uma superfície livre de água (Tanque Classe A) até equações para estimativa da evapotranspiração de referência, como a sugerida por Penman-Monteith (1965), Christiansen-Hargreaves (1969), Jensen-Haise (1963).

Uma diferença básica entre esses critérios é a definição do intervalo entre as irrigações, diferença fundamental para a escolha do método do ponto de vista operacional das propriedades. Enquanto nos critérios fundamentados em medidas de solo a lâmina da água a ser aplicada permanece inalterada e o intervalo entre as irrigações variável, naqueles com base em dados de clima, a lâmina é variável de acordo com a demanda atmosférica e o intervalo entre as irrigações é predefinido de acordo com as características da cultura, do solo e do sistema de irrigação. Na prática, essa diferença direciona o produtor a escolher métodos fundamentados no clima, uma vez que facilita o planejamento das operações agrícolas.

A principal técnica de manejo relacionada com o uso do solo é a tensiometria. Essa técnica consiste no monitoramento diário da umidade na região das raízes das plantas, a partir da medição da

tensão da água no solo com tensiômetro. Nos Latossolos do Brasil central, onde predomina o cultivo de trigo irrigado, as características de baixa retenção de água (aproximadamente 50% da água disponível em tensão inferior a 60 kPa) viabilizam a utilização de tensiômetros, que podem ser usados tanto para indicar o momento das irrigações quanto para calcular a quantidade de água a ser aplicada em cada irrigação. Os valores de tensão refletem as variações de consumo de água nas diversas fases de desenvolvimento do trigo.

Os resultados de pesquisa sugeridos por Guerra (1995) e Azevedo et al. (2001) indicam que o momento da irrigação deve ser definido com base na leitura média dos tensiômetros instalados a 10 cm de profundidade, com leitura entre 50 e 60 kPa, e que a quantidade de água a ser aplicada deverá ser calculada para repor a deficiência hídrica da camada do solo até 35 cm de profundidade.

Com as técnicas fundamentadas no clima, objetiva-se obter a estimativa da evapotranspiração de referência (E_t), que é a taxa de evapotranspiração de uma superfície de vegetação rasteira, verde uniforme, de crescimento ativo, de 8 a 15 cm de altura, que sombreia totalmente o terreno cultivado em solo dotado de suficiente quantidade de água. As principais técnicas para estimativa da E_t são o tanque classe A e os modelos matemáticos que utilizam variáveis climáticas relacionadas à demanda evapotranspirométrica da atmosfera, como velocidade do vento, radiação, umidade relativa e temperatura.

O tanque classe é um recipiente cilíndrico, normalmente de aço galvanizado, montado sobre um estrado plano de madeira, livre de obstrução em um raio de aproximadamente 50 metros. A quantidade evaporada ao longo do dia se obtém medindo a quantidade de água no tanque durante o intervalo considerado. No uso do tanque classe A, o requerimento de água das culturas (evapotranspiração) é estimado baseando-se na premissa de que existe correlação entre os valores de evaporação medidos numa superfície livre de água (E_t) e a evapotranspiração de referência (E_{to}). Tal correlação é obtida por meio do coeficiente do tanque (K_p), que pode ser obtido pela Tabela 7.1 (DOOREMBOS; KASSAN, 1979) ou pela equação proposta por Snyder (1992):

$$K_p = 0,482 + 0,0553 \text{LOG}(F) - 0,001354V + 0,0045UR$$

em que F é a largura da bordadura ao redor do tanque, V é a velocidade média do vento em m.s^{-1} e UR é a umidade relativa média percentual.

A E_t , nesse caso, pode ser obtida pela expressão: $E_t = E_t \times K_p$. O resultado dessa expressão multiplicado pelo coeficiente de cultura (K_c) determinado para as diferentes fases de desenvolvimento do trigo, permite obter a evapotranspiração da cultura e consequentemente a lâmina de irrigação a ser aplicada em cada intervalo de irrigação. A curva média de coeficientes de cultura em relação a dias após emergência (DAE), para os principais cultivares de trigo irrigado (Embrapa 22, EMBRAPA 42, BRS 207 e BRS 210), indicados para o Cerrado central do Brasil, foi determinada por Guerra et al. (2003) e se encontra na Figura 7.1. Segundo esses autores, para o período seco do Cerrado (maio a setembro), o K_c do trigo pode ser obtido pela seguinte equação: $K_c = -0,0122 + 0,0503(\text{DAE}) - 0,0004(\text{DAE})^2$.

Tabela 7.1 - Coeficiente K_p para o tanque classe A

V. Vento (m/s)	Tanque sobre grama				Tanque sobre solo nu			
	Bordadura (m)	Umidade relativa (%)			Bordadura (m)	Umidade relativa (%)		
		<40	40-70	>70		<40	40-70	>70
<2,0	1	0,55	0,65	0,75	1	0,70	0,80	0,85
	10	0,65	0,75	0,85	10	0,60	0,70	0,80
	100	0,70	0,80	0,85	100	0,55	0,65	0,75
	1.000	0,75	0,85	0,85	1.000	0,50	0,60	0,70
2,0 a 5,0	1	0,50	0,60	0,65	1	0,65	0,75	0,80
	10	0,60	0,70	0,75	10	0,55	0,65	0,70
	100	0,65	0,75	0,80	100	0,50	0,60	0,65
	1.000	0,70	0,80	0,80	1.000	0,45	0,55	0,60
5,1 a 8,0	1	0,45	0,50	0,60	1	0,60	0,65	0,70
	10	0,55	0,60	0,65	10	0,50	0,55	0,65
	100	0,60	0,65	0,70	100	0,45	0,50	0,60
	1.000	0,65	0,70	0,75	1.000	0,40	0,45	0,55
>8,0	1	0,40	0,45	0,50	1	0,50	0,60	0,65
	10	0,45	0,55	0,60	10	0,45	0,50	0,55
	100	0,50	0,60	0,65	100	0,40	0,45	0,50
	1.000	0,55	0,60	0,65	1.000	0,35	0,40	0,45

Fonte: DOOREMBOS; KASSAN, 1979.

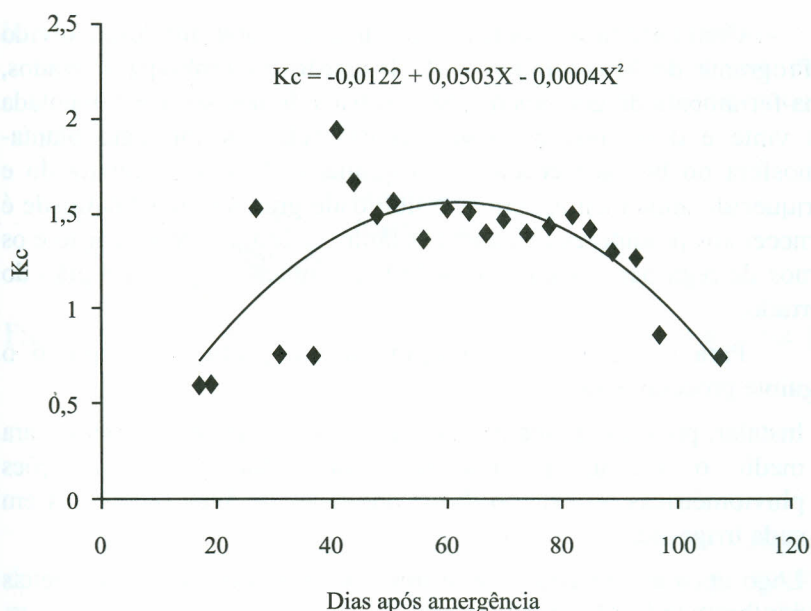


Figura 7.1 - Coeficientes de cultura para o trigo irrigado por aspersão em Planaltina – DF no período seco do Cerrado.

Por meio de sua equipe de pesquisadores de manejo do solo e da água, a EMBRAPA CERRADOS desenvolveu e aperfeiçoou diversas tecnologias voltadas para o manejo de irrigação, desde aquelas com base em medidas dos parâmetros do solo (tensiometria) até as relacionadas ao monitoramento dos parâmetros agro meteorológicos (modelos climatológicos, tanque classe A, etc.). Entretanto, apesar de confiáveis, essas tecnologias não têm sido amplamente adotadas pelos produtores, uma vez que as dificuldades operacionais encontradas limitam diretamente sua utilização.

Uma alternativa viável de manejo da irrigação do trigo na região do Cerrado é o Programa de Monitoramento de Irrigação proposto pela EMBRAPA (ROCHA et al., 2006) para diversas culturas, inclusive o trigo. O programa, disponibilizado gratuitamente, estima a evapotranspiração de referência com base na equação proposta por Penman-Monteith (1965) e calcula a lâmina líquida de irrigação com base nos resultados de pesquisa para cada cultura.

Com base nesse contexto, no início de 2004, foi desenvolvido o Programa de Monitoramento de Irrigação da Embrapa Cerrados, uma ferramenta de gerenciamento e tomada de decisão fundamentada em vinte e dois anos de pesquisas das relações solo-água-planta-atmosfera no bioma Cerrado. O programa é dinâmico, atualizado e enriquecido anualmente, com acessibilidade gratuita. Sua finalidade é fornecer aos produtores irrigantes as lâminas líquidas de irrigação e os turnos de rega para os cultivares de trigo indicados para a região do Cerrado.

Para o manejo de irrigação do trigo, deve ser seguido o seguinte procedimento:

1. Instalar, próximo à área irrigada, pelo menos um pluviômetro para medir o volume de chuvas e descontar as contribuições pluviométricas no cálculo das quantidades de água requeridas em cada irrigação.
2. Logo após a semeadura, as primeiras irrigações devem ser feitas conforme indicado anteriormente.
3. Após o estabelecimento da cultura, acesse, na internet, o portal da Embrapa Cerrados por meio do endereço: <http://www.cpac.embrapa.br>.
4. Clique na logomarca (Figura 7.2) que simboliza o programa, no menu lateral esquerdo da *home page*.
5. Na janela de entrada de dados, selecione a cultura e o tipo de solo (considerar arenoso solo com menos de 30% de argila).
6. Selecione a data de emergência das plântulas, clique em calcular e observe, no relatório final, o turno de rega a ser adotado e a lâmina líquida a ser aplicada.
7. Caso ocorram chuvas, subtraia da lâmina líquida as contribuições pluviométricas e, em seguida, calcule a lâmina bruta de irrigação com base na eficiência do sistema de irrigação.
8. Regule o sistema de irrigação para aplicar a lâmina bruta calculada.
9. Seguindo o turno de rega indicado para cada cultivar e tipo de solo, acesse o portal novamente na data da nova irrigação para calcular a lâmina de água que será necessário aplicar.

10. As irrigações devem ser suspensas quando aproximadamente 50% dos grãos da lavoura estiverem no estado de massa dura (GUERRA; ANTONINI, 1996). Isso pode ser verificado quando os grãos resistem à penetração da unha.



Figura 7.2 - Logomarca do programa de monitoramento de irrigação da Embrapa Cerrados.

Manejo do trigo irrigado

Produtores tecnificados utilizam sistemas de irrigação dispendiosos, realizam manejos, adubação pesada e controle preventivo de doenças, pragas e plantas invasoras de modo a obter a maior produtividade possível. Mesmo com alta utilização de insumos no trigo irrigado, dependendo do ano, no Brasil central, a brusone pode levar a altas perdas. No entanto, o manejo adequado da irrigação associado à época adequada de plantio pode minimizar o impacto dessa doença. Já existem recomendações da tensão de água no solo para este bioma (GUERRA, 1994; GUERRA 1995). Os demais cuidados de manejos específicos para o trigo serão descritos a seguir.

Cultivares

Com o melhoramento de plantas, tem-se obtido grande êxito em aumentar o potencial produtivo das culturas no último século, mas os produtores devem se preparar para enfrentar os novos desafios decorrentes das alterações climáticas globais previstas para as próximas décadas (BORLAUG; DOSWELL, 2005).

Um genótipo de trigo ideal para o sistema irrigado prioritariamente deve ter alto potencial produtivo para cobrir o alto custo do sistema de irrigação, com um ciclo de no máximo 110 dias, para que chuvas não diminuam a qualidade para panificação, nem, nos casos mais drásticos, germinação na espiga. Como todos os materiais

lançados para o sistema irrigado são precoces, este problema não tem ocorrido.

A irrigação intensiva, a alta população de plantas e a adubação (principalmente a nitrogenada) têm correlação com acamamento, por isso genótipos baixos e, ou, com palha forte são imprescindíveis para serem considerados ideótipos para cultivo irrigado. Em caso contrário, o manejo com redutores de crescimento (Trinexapac etil) pode ser uma opção. Materiais mais recentes com colmo cheio devem ser incluídos nos blocos de cruzamento de trigo irrigado. Este tipo de material já foi obtido para a região Sul (SCHEEREN, 2012).

A profundidade e o volume de raízes no sistema irrigado fariam com que houvesse maior eficiência do uso de água, ou seja, uma relação entre o peso de grãos em kg por unidade de consumo de água (mm) via irrigação, o que torna a tolerância ao alumínio desejável para os casos de não se utilizar gesso para corrigir o alumínio da camada subsuperficial. Adicionalmente, considerando o alto custo dos sistemas irrigados, alta produtividade somente não basta e, portanto, genótipos com alta qualidade de panificação é imprescindível, o que daria maior valor agregado ao produto, ou seja, liquidez. Os cultivares Embrapa 22, Embrapa 42 e BRS 207 (que é bastante produtivo, mas sem a mesma capacidade de panificação dos anteriores, embora ainda na classe pão), mais plantados no sistema irrigado foram rapidamente substituídos no momento pelos genótipos BRS 254 e BRS 264, sendo o primeiro com maior qualidade de panificação e o segundo com maior precocidade (diminuindo os custos de irrigação e permitindo maior flexibilidade das janelas de plantio). Novos genótipos mais produtivos estão em vias de serem lançados para os sistemas irrigado e sequeiro do Cerrado.

Plantio e densidade

O trigo irrigado deve ser plantado de 5 a 10 cm de profundidade. Se o plantio for muito superficial, pode ocorrer baixo desenvolvimento radicular com consequente tombamento e, se for plantado muito profundo, haverá diminuição da população por unidade de área, do perfilamento e do vigor inicial. Sugere-se uma densidade de 200 a 300 sementes viáveis por metro quadrado;

populações maiores poderão levar a um estiolamento, à maior altura e o consequente acamamento. O uso do redutor (trinexapac ethil) seria então um procedimento de segurança e diminuição de riscos para produtividade. Esse redutor, em experimentos conduzidos no Cerrado (CORDEIRO et al., 2005; RIBEIRO JÚNIOR et al., 2004), mostrou efeito positivo na produtividade em doses altas de N (Figura 7.3). Com relação ao peso hectolítrico, não houve efeito, independente das doses de N (Figura 7. 4).

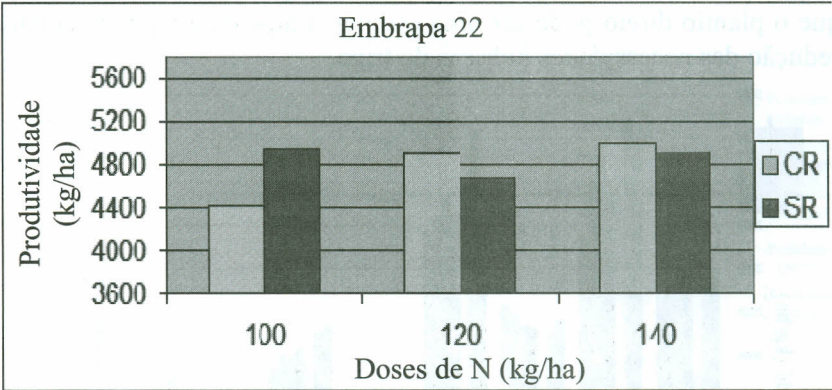


Figura 7.3 - Aplicação do redutor trinexapac ethil, na dose de 0,5 l/ha, em diferentes níveis de N mineral na forma de sulfato de amônio para produtividade (CORDEIRO et al., 2005).

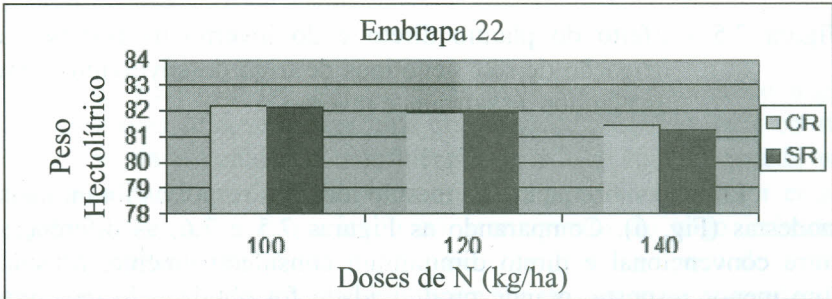


Figura 7.4 - Aplicação do redutor trinexapac ethil, na dose de 0,5 l/ha, em diferentes níveis de N mineral na forma de sulfato de amônio para peso hectolítrico (CORDEIRO et al., 2005).

Doses acima de $0,5 \text{ L.ha}^{-1}$ do produto comercial e aplicações após o aparecimento do segundo nó visível podem diminuir a floração e, como consequência, a produtividade.

Manejo de solo

Para o trigo irrigado, o manejo de solo, assim como o plantio direto, pode afetar a resposta à irrigação (Figura 7.5). Isso significa que o plantio direto pode ser uma estratégia adicional à genética para redução das necessidades hídricas do trigo.

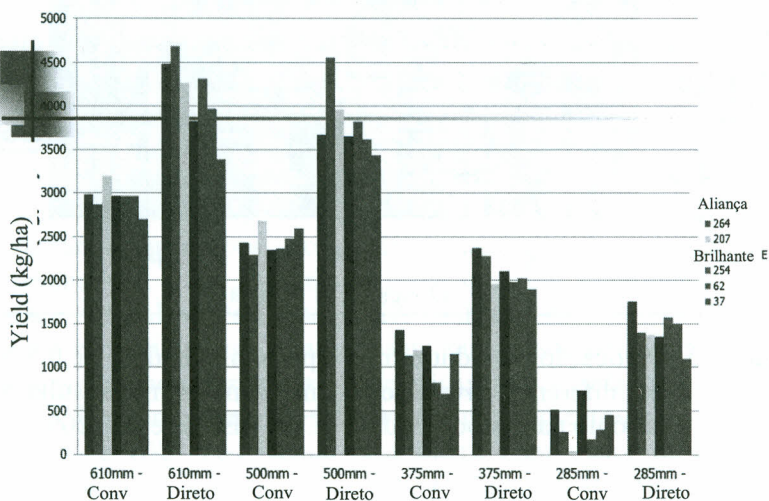


Figura 7.5 - Efeito do plantio direto e do inverno na resposta à irrigação de sete genótipos de trigo desenvolvidos para os plantios de safrinha e inverno.

Em ano subsequente no mesmo local, as respostas foram mais modestas (Fig. 6). Comparando as Figuras 7.5 e 7.6, as diferenças entre convencional e direto diminuíram consideravelmente. Mesmo com menor resposta, grande produtividade foi obtida pelo genótipo desenvolvido para o inverno (BRS 264) e também no plantio direto. Os níveis de irrigação na figura a seguir são 35, 42, 60, 93, 137, 226, 258, 271, 306, 361, 361, 400, 402, 417 mm.

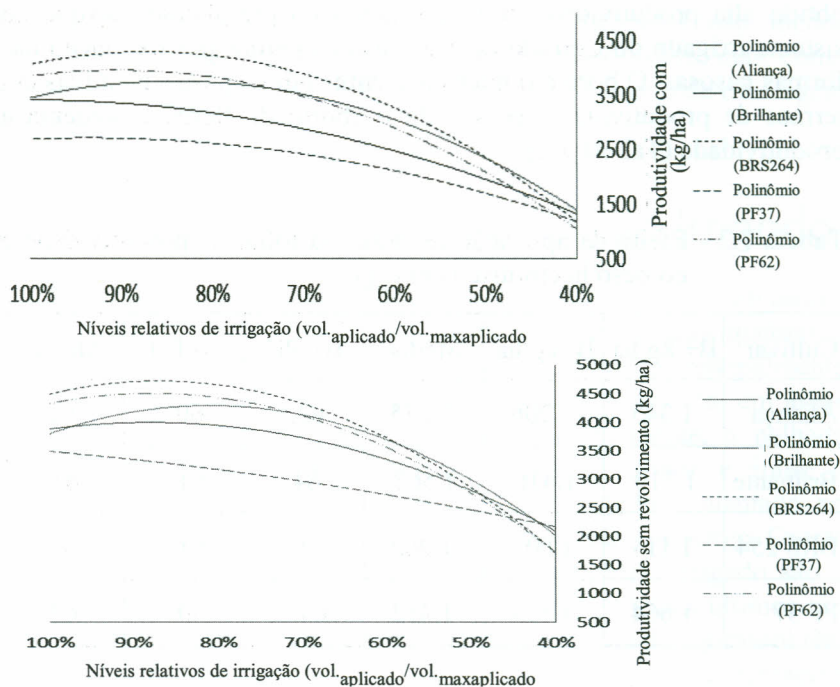


Figura 7.6 - Resposta à irrigação em plantio de inverno no Cerrado, de até 450 mm (100%), em relação ao manejo de solo convencional e direto. (FARIAS et al., 2013).

Adubação

A adubação do trigo irrigado deve ser superior à do trigo sequeiro, pois se deve buscar uma produtividade superior para cobrir os custos. Já é conhecida a influência da adubação nitrogenada na cobertura na altura da planta, como obtido por Ribeiro Júnior et al. (2007). Esta maior altura levou ao acamamento do trigo irrigado. Neste trabalho, além da altura, verificou-se efeito no peso de 1.000 grãos e na produtividade, o que dependeu do genótipo utilizado. O sistema de irrigação permite fertirrigação em cobertura com respostas em termos de produtividade e peso de 1.000 grãos (RIBEIRO JÚNIOR et al., 2007), o que melhora a eficiência de extração de farinha. Alguns produtores que utilizam pivô central no Cerrado têm

obtido alta produtividade com nitrogênio no pré-plantio, porque no sistema irrigado do Cerrado ocorrem menos perdas por lixiviação nas formas gasosas. O boro é o micronutriente com respostas positivas em termos de produtividade, pois evita o aborto de flores e aumenta a produtividade (Tabela 7.2).

Tabela 7.2 - Efeito da aplicação de boro via foliar na produtividade e no peso hectolítrico em trigo

Cultivar	B+ kg/ha	B- kg/ha	Média	B+ PH	B- PH	Média
Aliança	1.345	1.206	1.275	62,5	60	61
Brilhante	1.710	1.416	1.563	64	64	64
BRS 254	1.114	1.007	1.060	64	61	63
PF 37	1.664	1.159	1.412	64	60	62

No sequeiro (Tabela 7.2), quando há déficit hídrico, o boro evita aborto floral e aumenta a produtividade. Isso tem menor ocorrência em cultivo irrigado. De qualquer modo, para obtenção de alta produtividade, qualquer perda com aborto de flores deve ser evitada.

Colheita e estocagem

Como o trigo é colhido antes das chuvas e há tempo suficiente para maturação, não há a necessidade de dessecação, o que ocorreria somente em casos de extremo atraso no plantio, o que é raro. Como o principal mercado do trigo é a panificação, a segregação de cultivares de trigo com diferentes capacidades de panificação, assim como BRS 254 (maior) e BRS 207 (menor, mas ainda na categoria pão), poderia facilitar a comercialização para o mercado certo (mesmo para o trigo com menor qualidade de panificação) e dar maior liquidez ao produto estocado. Convém salientar que cultivares com menor qualidade de

panificação são redirecionados para outros mercados não menos importantes. O controle de carunchos pode ser necessário, mas, como há demanda sempre muito forte para o produto, o tempo de estocagem não é alto.

Sistema de Produção com Trigo Irrigado

O trigo irrigado, plantado na época seca, concorre com outros cultivos assim como feijão e hortaliças. Entretanto, para quebrar o ciclo de pragas e doenças, o trigo tem sido plantado, principalmente quando há um contato maior entre o produtor e o moinho, em áreas previamente contratadas para este fim. Adicionalmente, a palhada gerada pelo trigo auxilia viabilizar o plantio direto e inibe a emergência de plantas daninhas. Este trigo irrigado é plantado no inverno normalmente após a safrinha de feijão, milho ou sorgo. Outras espécies que potencialmente podem preceder o trigo irrigado são a canola, o girassol, a quinoa e o amaranto, sendo os dois últimos um nicho de mercado, mas com alto valor agregado. Canola e girassol têm potencial para serem plantados em áreas grandes, porque o mercado é maior e incluem os mercados de alimentos e agroenergético.

Em área com pequena disponibilidade hídrica, em safrinha precedendo o trigo irrigado, prioritariamente deve-se utilizar o sorgo, que tem tolerância à seca conhecida, e mercado mais restrito que feijão e milho.

Na safra (plantio em outubro e novembro) que sucede à do trigo, o principal cultivo tem sido de soja ou de milho, havendo a necessidade de se diversificar para diminuir a pressão de pragas e doenças, dando maior sustentabilidade ao sistema como um todo.

Para que os dois cultivos (safra, safrinha) que utilizam a água da precipitação natural não sofram déficit hídrico devem se utilizar sempre materiais superprecoces com uma sucessão soja-milho, soja-feijão, soja-sorgo ou milho-feijão que devem ser colhidas antes do final da estação chuvosa, permitindo o terceiro plantio de inverno irrigado desde a segunda quinzena de abril até o final de maio, embora esta fase varie de uma região para outra. Nesse sentido, há já cultivares de soja superprecoces com ciclo de 100 a 110 dias, que precedem ao sorgo, ao milho e ao feijão, que têm materiais mais

precoces de ciclos de aproximadamente 90, 100 e 120 dias, respectivamente. Assim sendo, estas precocidades aliadas à tolerância à seca viabilizam a safra e safrinha.

Finalmente, a terceira época de plantio de inverno, que inclui feijão, hortaliças, milho e trigo irrigados, também deve ter precocidade para que não ocorram chuvas na colheita. Além da precocidade e da tolerância à seca, podem ser utilizadas técnicas de manejo, como o plantio direto, que melhoram a qualidade físico-hídrica do solo e auxiliam na viabilização do sistema como um todo, como se pode verificar nas Figuras 7.5 e 7.6.

Campos Experimentais para Estudos com Resposta à Irrigação, Eficiência do Uso de Água e Tolerância à Seca

A implantação de sítios específicos para imposição do estresse de seca é uma das principais limitações aos trabalhos de fenotipagem para tolerância ao déficit hídrico (GENERATION CHALLENGE PROJECT, 2007), o que inclui também eficiência do uso de água.

A aferição do *status* hídrico, assim como da resposta à irrigação, da eficiência do uso de água e da tolerância à seca, não pode ser feita por uma simples aplicação de água ou “molhamento”. A área destinada a esta avaliação deve ser homogênea para evitar erros experimentais em termos químicos e físico-hídricos, com a necessidade de amostragens indeformadas de solo ao longo da área, que auxiliam a interpretar mensurações de umidade e infiltração.

As irrigações não devem exceder a capacidade de infiltração sob o risco de ocorrer escoamento superficial, que, por sua vez, leva a erros experimentais irreparáveis. Curvas de retenção de água são determinantes para entender a capacidade de armazenamento hídrico do solo e suas variações (Figura 7.7). Experimentos com níveis de irrigação em que se selecionam genótipos são úteis para o sistema irrigado, onde se busca eficiência do uso de água (EUA), e também para o sistema de sequeiro, onde se busca tolerância à seca. A viabilização do trigo de sequeiro com materiais tolerantes à seca

auxilia a viabilizar o sistema irrigado, liberando a área para outros cultivos mais rentáveis assim como feijão e hortaliças. Deve se salientar que a seleção de variedades apenas para tolerância à seca não é suficiente, considerando que há outros fatores bióticos que também limitam a produtividade, como, por exemplo, o brusone e abióticos, a tolerância a alumínio e a baixa utilização de insumos, o que sugere a necessidade de obter genótipos rústicos. A tolerância à seca tende a se tornar cada vez mais importante, considerando que as previsões em relação às mudanças climáticas têm indicado que, em décadas, ocorrerá uma mudança em termos de geografia agrícola com migrações de cultivos para áreas não tradicionais e com limitações, o que indica alta possibilidade de resposta à irrigação.

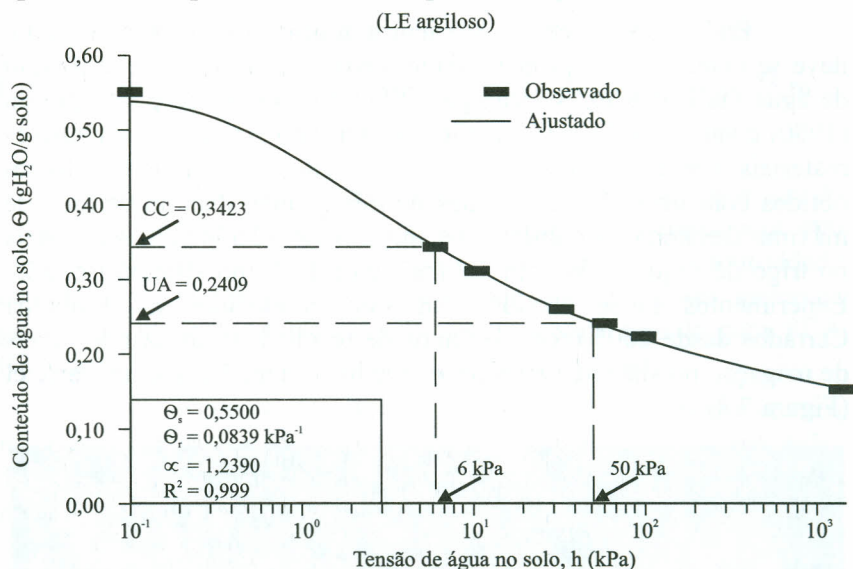


Figura 7.7 - Curva de retenção de água necessária para interpretação de dados de umidade do solo, desenvolvida para trigo na Embrapa Cerrados (GUERRA, 2000).

Conjunturas econômicas e surgimento de cultivos mais rentáveis em termos de produção de energia, por exemplo, poderão forçar mudanças de cultivos alimentares para áreas marginais, o que inclui regiões de menor precipitação. A irrigação não é a única solução. Por uma questão de segurança alimentar, há necessidade de

se cultivarem espécies tolerante à seca em áreas marginais, e espécies com alta eficiência no uso de água para cultivos irrigados, para produzir com maior sustentabilidade. Como o trigo tem origem em regiões áridas, há grande possibilidade de se identificarem genótipos com tolerância à seca e produtividade de eficiência do uso de água (EUA). Seca será o principal fator que deve limitar a produção mundial de alimentos nos próximos anos (PENNISI, 2008). Seguindo essa linha, cultivares de alta estabilidade de produção, quando avaliados em múltiplos locais e anos, podem conter genes favoráveis para tolerância a estresse hídrico, devendo também ser incluídos num programa de identificação e desenvolvimento de materiais tolerantes à seca (BYRNE et al., 1995).

Embora não ocorra deficiência hídrica no sistema irrigado, deve se obter a maior produtividade possível com a menor utilização de água via irrigação. Seleção para EUA foi conduzida por Espinosa (1980) e variou de 11 a 13 kg. mm⁻¹ na tensão 0,35 bar, e os melhores materiais foram BH1146 e IAC5. Os maiores rendimentos foram obtidos com irrigações frequentes de três a cinco dias no período de máxima demanda da cultura. Mecanismos de tolerância à seca, úteis no trigo de sequeiro, podem ser úteis para EUA no sistema irrigado. Experimentos nesse sentido têm sido conduzidos na Embrapa Cerrados desde 2005 (com dez anos de resultados), utilizando níveis de irrigação no sistema *line source*, que inclui uma barra e um carretel (Figura 7.8).

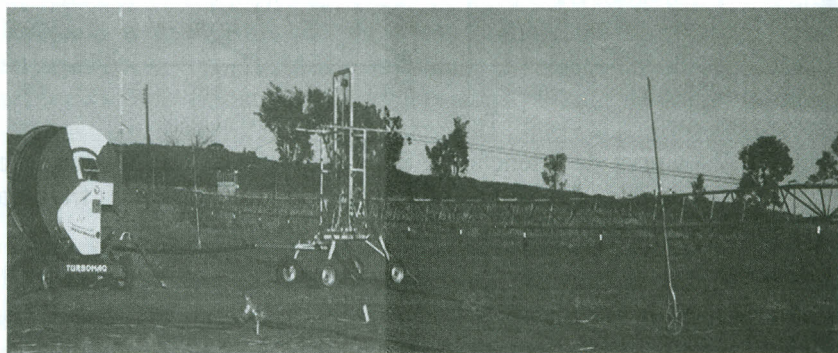


Figura 7.8 - Sistema de irrigação para experimentos, utilizando níveis de irrigação.

Este sistema pode controlar níveis de irrigação com bastante precisão, monitorando detalhadamente cada aspersor (Figura 7.9)

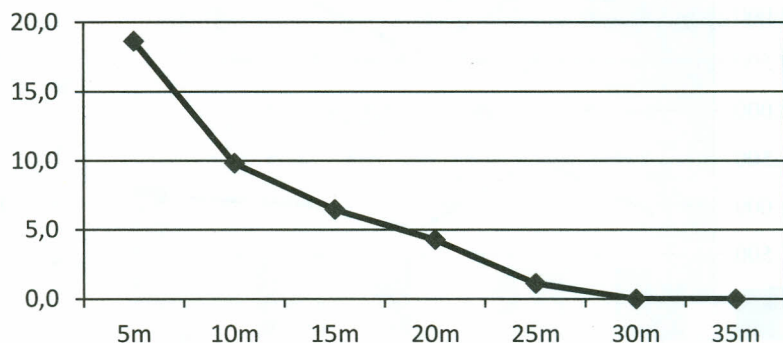


Figura 7.9 - Níveis de irrigação em mm/h em uma distância de 35 m.

Resultados obtidos no Distrito Federal, com diversos níveis de irrigação no inverno entre 2005 e 2013, com aplicação máxima de 400 mm de água, mostram que a resposta em termos de produtividade depende do genótipo e do nível de água aplicado. Esses materiais podem ser utilizados tanto para tolerância à seca quanto para EUA (Figura 7.10), que é importante para o sistema irrigado.

Neste experimento, simulou-se a safrinha no inverno e um dos materiais (Brilhante) foi o melhor nos diversos níveis de irrigação. Teoricamente poderia ser utilizado tanto no cultivo de sequeiro quanto no sistema irrigado, o que é uma simplificação, pois as temperaturas são diferentes nessas duas épocas de cultivo. Verificou-se pequena diferença entre 80 e 100% da aplicação de água planejada para se obter uma produtividade de quatro toneladas por hectare.

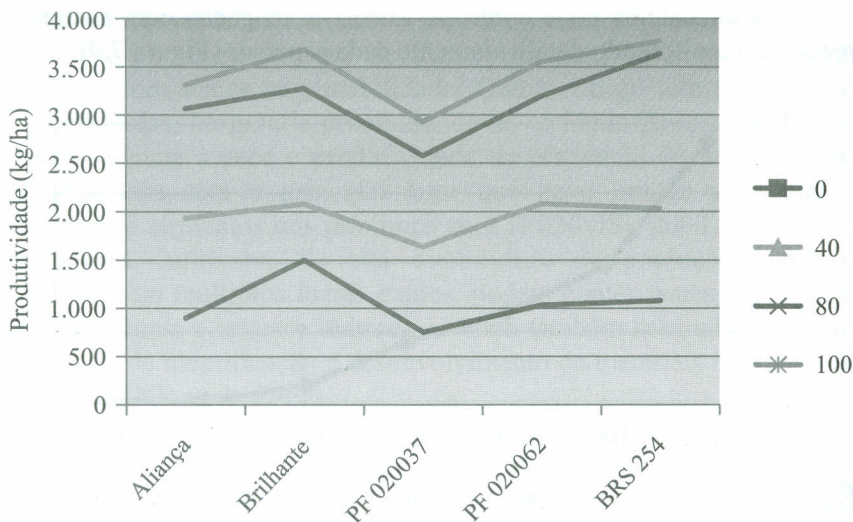


Figura 7.10 - Produtividade no Cerrado de cinco genótipos de trigo plantados no inverno em vários níveis de irrigação em 9 anos de plantio.

Na Figura 7.10, observa-se que o genótipo PF 020037, o menos produtivo, seria o mais tolerante devido a uma cerosidade (Figura 7.11) que o mantém verde mesmo em condições de *stress* comparado com os demais.



Figura 7.11 - Genótipos de trigo em níveis de irrigação mostrando um dos genótipos mais verdes (e com cerosidade) em condições de *stress* em relação aos demais.

Como não se provou, neste experimento, que cerosidade é um mecanismo para eficiência do uso de água, deve-se considerar o sistema radicular em termos de profundidade e superfície. O cultivar Aliança tem esta característica, embora não tenha ocorrido em um ambiente bastante restritivo para água (Figura 7.12).

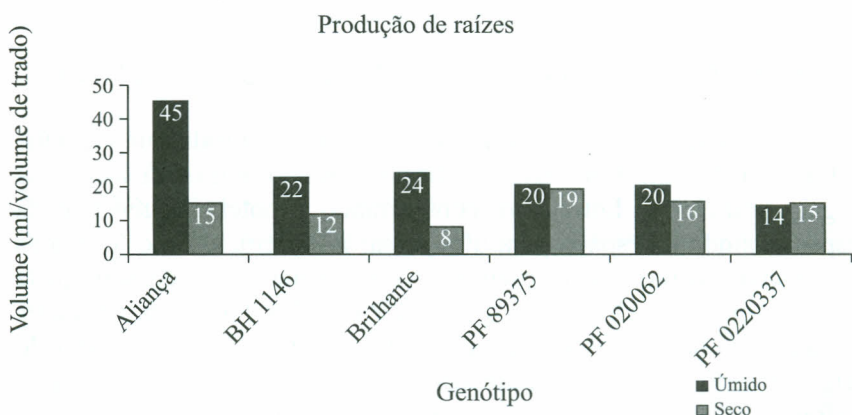


Figura 7.12 - Volume do sistema radicular em solo de Cerrado, de seis genótipos de trigo cultivados no inverno em ambiente com 12 e 24% de umidade na floração, respectivamente seco e úmido (MORAES et al., 2009).

A contribuição do sistema radicular para maior tolerância ao estresse hídrico de arroz deve estar também associada a uma boa capacidade de transpor barreiras físicas e químicas do solo, como camadas compactadas, pH ácido e alta concentração de alumínio (PASSIOURA, 2006). Entretanto, esta capacidade do trigo não é a mesma do arroz, principalmente quanto ao alumínio. As temperaturas do dossel estimadas por termometria infravermelha e das folhas devem ser consideradas. Fenotipagem em larga escala em sistemas automatizados utilizam estes princípios. Alguns caracteres morfofisiológicos que também podem estar relacionados à tolerância do trigo à seca são: fotossíntese, alto teor de clorofila no espigamento, alta pubescência, complexação do alumínio com ácidos orgânicos na rizosfera, *stay green*, alto ajustamento osmótico, produção de biomassa, eficiência do uso de água, prolina, ácido abscísico, manose, etc. Programas de melhoramento de trigo revelam que o

melhoramento para caracteres fisiológicos adaptativos a esse fator limitante é bastante difícil devido à baixa herdabilidade e muitas vezes correlação negativa com a produtividade, uma vez que pode apenas estar ligada à sobrevivência da espécie e não ao uso agrônômico. Esses caracteres não devem ser considerados individualmente.

Perspectivas do trigo irrigado no Brasil

O trigo irrigado no Brasil tem obtido produtividade alta, ultrapassando sete toneladas por hectare, muito acima da média da região tradicional. Entretanto, considerando o potencial genético da espécie, ainda há espaço para ultrapassar a barreira de oito toneladas por hectare, como já ocorre em níveis experimentais. Não seria justa uma comparação com países que alcançam 13 toneladas por hectare, porque eles produzem apenas uma safra ao ano e o Brasil, além do trigo irrigado (com ciclo de apenas 110 dias), ainda produz mais duas safras, o que indica maior eficiência de produção por área em função do tempo, além da diversificação de espécies, o que é mais sustentável. Se colocarmos uma meta de produzir de 8 a 9 t por hectare, teríamos, em termos de manejo, de aumentar o uso eficiente de água e a eficiência dos nutrientes, utilizando seleção de genótipos eficientes e irrigação e adubação em quantidades e fases coincidentes com a demanda da planta, o que sugere a utilização de fertirrigação. Trabalhos de melhoramento teriam de buscar materiais anões e de palha forte, uma vez que alta produtividade implica acamamento, que também podem ser alcançadas pelo manejo com a utilização de redutor de crescimento. A melhoria da irrigação no sentido de aplicar na quantidade certa e no momento certo deve ser considerada em estudos futuros, o que pode contribuir para reduzir o acamamento e aumentar a eficiência do uso da água.

Referências

ANA. **GEO Brasil**: recursos hídricos: resumo executivo. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Agência Nacional das Águas; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 2007. 60 p

ASSAD, E.; PINTO, H. S. **Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil**. [S.l. : s.n.t.], 2008. 82 p.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHISTOFIDIS, D. **O uso da irrigação no Brasil**. 1999. Disponível em: <<http://www.cf.org.br/cf2004/irrigacao.doc>>. Acesso em: 9 Set. 2008.

AZEVEDO, J. A. DE; SILVA, D. B.; ANDRADE, J. M. V.; ANDRADE, L. M. **Tensiometria aplicada no manejo da irrigação por pivô-central na cultura do trigo**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. 2 p. (Recomendação técnica, 39).

BORLAUG, N. E.; DOSWELL, C. R. Feeding a world of ten billion people: a 21st century challenge. In: TUBEROSA, R.; PHILLIPS, R. L.; GALE, M. (Ed.). **INTERNATIONAL CONGRESS IN THE WAKE OF THE DOUBLE HELIX; GREEN REVOLUTION TO THE GENE REVOLUTION**, 27-31, May 2003. **Proceedings...** Bologna, Italy: Avenue Media, Bologna, Italy, 2005. p. 3-23.

BOYER, J. S. Plant productivity and environment. **Science**, Washington, v. 218, p. 443-448, 1982.

BYRNE, P. F.; BOLANOS, J.; EDMEADES, G. O.; EATON, D. L. Gains from selection under drought versus multilocation testing in related tropical maize populations. **Crop Science**, v. 35, p. 63-69, 1995.

CARGNIN, A.; SOUZA, M. A.; DIAS, D. C. F. S.; MACHADO, J. C.; MACHADO, C. G.; SOFIATTI, V. Tolerância ao estresse de calor em genótipos de trigo na fase de germinação. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 2, p. 245-251, 2006.

CAVIGLIA, O. P.; SADRAS, V. O. Effect of nitrogen supply on crop conductance, water and radiation-use efficiency of wheat. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 69, p. 259-266, 2001.

CHISTIANSEN, J. E.; HARGREAVES, G. H. Irrigation requirements from evaporation. **Transactions of International Commission on Irrigation and Drainage**, New York, v. 3, n. 23, p. 569-596, 1969.

COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE (5: 2011: Dourados, MS). **Informações técnicas para trigo e triticale** – Safra 2012/V Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale. 21. ed. Dourados, MS, 25 a 28 de julho de 2011; Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. 204. p. 21 cm. (Sistemas de produção/ Embrapa Agropecuária Oeste). ISSN 1679-1320; 9. 1. Trigo –Pesquisa – Brasil. 2. Triticale – Pesquisa – Brasil. I. Título. II. Série. CDD 633.110981.

CORDEIRO, A.; RIBEIRO JUNIOR, W. Q.; DINIZ, B.; RAMOS, M. L. G.; TRINDADE, M. G.; AMABOLE, R. F.; ALBRECHT, J. C. Determinação dos efeitos do redutor de crescimento e adubação nitrogenada em trigo irrigado na região do Cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2005, Recife. **Anais...** Recife: UFPE, 2005.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yield response to water**. Rome, Italy: FAO, 1979. (FAO Irrigation and Drainage Paper N° 33).

DURÃES, F. O. M.; GAMA, E. E. G.; GOMIDE, R. L.; ANDRADE, C. L. T.; GUIMARÃES, C. T.; MAGALHÃES, J. V. Phenotyping maize for drought response in Brazilian tropical lands: approaches to breeding programs and genomics studies. p. 7-9. In: THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTEGRATED APPROACHES TO SUSTAIN AND IMPROVE PLANT PRODUCTION UNDER DROUGHT STRESS – INTERDROUGHT II, 2., 2005, Rome, Italy. **Annals...** Rome: Interdrought-II Committee; University of Rome, 2005. (Rome, Italy, from 24th to 28th September 2005 at University of Rome “La Sapienza”).

EKANAYAKE, I. J.; STEPONKUS, P.; DE DATTA, S. K. Sensitivity of pollination to water deficits at anthesis in upland rice. **Crop Sci.**, v. 30, p. 310-315, 1990.

ESPINOSA, W. Irrigação de trigo em solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 1, p. 107-115, 1980.

GUERRA, A. F.; RODRIGUES, G. C.; ROCHA, O. C.; EVANGELISTA, W. **Necessidade hídrica no cultivo de feijão, trigo, milho e arroz sob irrigação no bioma Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 15 p. (Embrapa Cerrados – Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 100).

GUERRA, A. F. Manejo de irrigação da cevada sob condições de Cerrado visando o potencial de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 7, p. 1111-1118, 1994.

GUERRA, A. F. Manejo de irrigação do trigo para obtenção de máxima produtividade na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 4, p. 515-521, Abr. 1995.

GUERRA, A. F. **Produção**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Tensão de água no solo: efeito sobre a produtividade e qualidade dos grãos de cevada. **DFR**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 245-254, 1995.

GUERRA, A. F.; ANTONINI, J. C. dos A. Época de suspender as irrigações da cultura do trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 11, p. 823-828, Nov. 1996.

GUERRA, A. F.; SILVA, D. B.; RODRIGUES, G. C. Manejo da irrigação e fertilização nitrogenada para o feijoeiro na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1229-1236, 2000.

JENSEN, M. E.; HAISE, H. R. Estimating evapotranspiration from solar radiation. **J. Irrig. Drain. Div.**, ASCE 89(IR4), p. 15-41, 1963.

KRAMER, P. J.; BOYER, J. S. **Water relations of plants and soils**. San Diego: Academic Press, 1995. 495 p.

LI, J.; RAO, M. Field evaluation of crop yield as affected by non uniformity of sprinkler – Applied water and fertilizers. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 59, p. 1-13, 2003.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHISTOFIDIS, D. **O uso da irrigação no Brasil**. 1999. Disponível em: <<http://www.cf.org.br/cf2004/irrigacao.doc>>. Acesso em: 9 Set. 2008.

- MONTEITH, J. L. Evaporation and environment. In: SYMP. SOC. EXPTL. BIOL – The state and movement of water in living organism, 19., 1965. **Anais...** [S.l.], 1965. p. 205-234.
- MORAES, A. F. **Avaliação e caracterização de genótipos de trigo (*Triticum aestivum*) para tolerância à seca**. Planaltina, DF: UPIS, 2009. (Trabalho de conclusão de Curso de Agronomia).
- OLIVEIRA, D. M.; SOUZA, M. A.; ROCHA, V. S. Desempenho de genitores e populações segregantes de trigo sob estresse de calor. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, 2011.
- PASIOURA, J. **Increasing crop productivity when water is scarce**. Canberra, Australia: Agricultural Water Management. 2006. p. 176-196, 1980. Disponível em: <www.sciencedirect.com>.
- PENNISI, E. The blue revolution, drop by drop, gene by gene. **Science**, v. 320, p. 21-39, 2008.
- PIRES, R. C. DE M.; ARRUDA, F. B.; SAKA, I. E.; CALHEIROS, R. DE O.; BRUNIN, O. Agricultura irrigada. **Revista da Tecnologia e Inovação Agropecuária**, Jun. 2008. 14 p.
- RIBEIRO JÚNIOR, W. Q.; RAMOS, M. L. G.; AMÁBILE, R. F.; FERRAZ, D. M. M.; CARVALHO, A. M.; CARVALHO, J. G.; ALBRECHT, J. C.; SILVA, M. S.; GUERRA, A. F. **Efeito da fertirrigação nitrogenada no rendimento de grãos de genótipos de trigo, no cerrado**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2007. 17 p. html (Embrapa Trigo – Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 50). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp50.htm>.
- RIBEIRO JÚNIOR, W. Q.; RAMOS, M. L. G.; VASCONCELOS, U.; TRINDADE, M. F.; FERREIRA, F. M.; SIQUEIRA, M. M. H.; SILVA, H. L. M.; RODRIGUES, G. C.; GUERRA, A. F.; ROCHA, O. C.; AMÁBILE, R. F.; ALBUQUERQUE, A. C.; SILVA, M. S.; ALBRECHT, J. C.; DURÃES, F. O. M. **Fenotipagem para tolerância à seca visando o melhoramento genético do trigo no cerrado**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2006. 24 p. Html. (Embrapa Trigo – Circular Técnica Online, 21). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/ci/p_ci21.htm>.
- RIBEIRO JÚNIOR, W. Q. S.; CORDEIRO, A.; FONSECA, K. G.; VAZ, C. F.; ZIVIANI, A. C.; FRANÇA, L. V.; AMABILE, R. F.; ANDRADE, J. M. V.; ALBRECHT, J. C.; RAMOS, M.; LUCRÉCIA, G. Efeito de doses de nitrogênio e redutor de crescimento, na produtividade e acamamento do trigo irrigado no Brasil Central. In: **FERTIBIO 2004**. Lages, SC: FERTIBIO, 2004.
- ROCHA, O. C.; GUERRA, A. F.; SILVA, F. A. M.; MACHADO JÚNIOR, J. R. R.; ARAÚJO, M. C. DE; SILVA, H. C. **Programa para monitoramento de irrigação do cafeeiro no cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. (fôlder).
- RODRIGUES, L. N.; PRUNSKI, F. F.; AZEVEDO, J. A. DE; SILVA, E. M. DA. **Conceitualização de um sistema de suporte à decisão para o dimensionamento e manejo de pivô central em condições de irrigação de precisão**. [S.l.], 2008 (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).

SCHEEREN, P. **BRS Parrudo**. Catálogo da Embrapa Trigo. Disponível em: <www.cnpt.embrapa.br>.

SNYDER, R. L. Equation for evaporation pan to evapotranspiration conversions. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 118, p. 977-980, 1992.

TRINDADE, M. G.; STONE, L. F.; HEINEMANN, A. B.; CÂNOVAS, D.; MOREIRA, J. A. A. Nitrogênio e água como fatores de produtividade do trigo no cerrado. **Rev. bras. eng. agric. ambiente**, Campina Grande, v. 10, n. 1, Mar. 2006.

WADE, L. J. Critical characteristics of rainfed rice environment and implications for rice improvement. In: O'TOOLE, J. O.; HARDY, B. (Ed.). Genetic improvement of rice for water limited environment. **Proceeding of the workshop on Genetic improvement of rice for water limited environment 1-3 December 1998**. Los Banos: IRRI, 1999. 353 p.

ZAGONEL, J.; VENÂNCIO, W. S.; KUNZ, R. P.; TANAMATI, H. Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem regulador de crescimento afetando o trigo, Cultivar OR-1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 25-29, 2002.

MANEJO E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

8

Dirceu Agostinetto¹

Leandro Vargas²

Mario Antonio Bianchi³

A área cultivada com cereais de inverno no Brasil é de aproximadamente 2,3 milhões de hectares, e 96% está na região Sul (IBGE, 2013). Entre os cereais de inverno, o trigo (*Triticum aestivum*) ocupa 1,9 milhão de hectares na região Sul, sendo 50% no Rio Grande do Sul e 43% no Paraná. A aveia-branca (*Avena sativa*) e a cevada (*Hordeum vulgare*) totalizam, na região Sul, 180 mil e 102 mil hectares, respectivamente. O azevém (*Lolium multiflorum*) e a aveia-preta (*Avena strigosa*) são as espécies que predominam nas áreas destinadas ao plantio de cobertura verde para o solo, no sistema plantio direto, e para pastagens tanto de bovinocultura de corte quanto de leite.

O trigo é uma Liliopsida anual pertencente à família Poaceae e ao gênero *Triticum*. É a segunda cultura de grãos mais produzida no mundo, sendo sobrepujada apenas pelo milho (INFORMAÇÕES..., 2012). A espécie de trigo de maior interesse comercial é o *Triticum aestivum* L. (trigo comum), utilizado na produção de pães, de bolos, biscoitos, massas e produtos de confeitaria.

¹ Engenheiro-Agrônomo, M.S., D.S. e Professor Universidade Federal de Pelotas. E-mail: dirceu.agostinetto@pq.cnpq.br

² Engenheiro-Agrônomo, M.S., D.S. e Pesquisador da Embrapa Trigo. E-mail: leandro.vargas@embrapa.br

³ Engenheiro-Agrônomo, M.S., D.S. e Pesquisador da Fundacep/CCGL. E-mail: mariobianchi@fundacep.com.br

O controle inadequado das plantas daninhas (espécie vegetal que se desenvolve onde não é desejada) é um dos principais fatores relacionados à baixa produtividade de grão da cultura. As perdas causadas pela interferência das plantas daninhas na produtividade do trigo podem ser devidas à competição e, ou, alelopatia, ou indiretamente à redução da qualidade do produto colhido. A competição ocorre quando qualquer fator do ambiente (água, luz, nutrientes etc.) é dividido entre a cultura e as plantas daninhas, em suprimento escasso, tornando limitante a obtenção do potencial de produtividade da cultura.

Devido à diversidade de regiões brasileiras em que o trigo é cultivado, são várias as espécies daninhas que causam perdas econômicas na produtividade de grãos da cultura. No Sul do Brasil, as poaceas azevém (*Lolium multiflorum*) e aveia (*Avena strigosa* e *Avena sativa*) são as que causam os maiores prejuízos ao trigo. Quanto às dicotiledôneas, se destacam buva (*Conyza bonariensis*, *C. sumatrensis*, *C. canadensis*), nabo (*Raphanus raphanistrum* e *R. sativus*), ervilhaca (*Vicia vilosa* e *V. sativa*) e cipó-de-veado-de-inverno (*Polygonum convolvulus*) e, com menor frequência, língua de vaca (*Rumex* spp.), flor-roxa (*Echium plantagineum*), erva-salsa (*Bowlesia incana*), serralha (*Sonchus oleraceus*), alfinete-da-terra (*Silene gallica*), gorga (*Spergula arvensis*) e erva-de-passarinho (*Stellaria media*). Nas regiões mais quentes do Brasil e quando o inverno na região Sul apresenta temperatura média elevada, ocorrem também as espécies daninhas comuns no verão, como papuã (*Brachiaria plantaginea*), milhã (*Digitaria* spp.), picão-preto (*Bidens pilosa* e *B. subalternans*), picão-branco (*Galinsoga parviflora*), guanxuma (*Sida rhombifolia*), corda-de-viola (*Ipomoea triloba*, *I. indivisa*, *I. purpurea*), leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) e poaia-branca (*Richardia brasiliensis*). Além das espécies daninhas referidas, são frequentes também plantas voluntárias originadas de sementes perdidas na colheita, como soja (*Glycine max*) e milho (*Zea mays*), que apresentam restrição quanto aos herbicidas utilizados no seu controle devido às características de resistência aos herbicidas (cultivares de soja resistentes ao glifosato, tolerantes às sulfonilureias, a híbridos de milho resistentes ao glifosato, ao glufosinato etc.).

O azevém e a aveia-preta tiveram suas ocorrências e populações aumentadas nos últimos anos, isso pode ser devido ao seu uso para cobertura do solo, cultivo como forrageira e, ou, pela dificuldade de controle na cultura do trigo e demais cereais de inverno.

Período Crítico de Competição

As plantas daninhas, espécies vegetais que se desenvolvem onde não são desejadas, representam um dos fatores limitantes ao potencial produtivo da cultura do trigo. O prejuízo do potencial produtivo decorre do processo de interferência, representado pela competição e alelopatia. A competição ocorre quando água, luz ou nutrientes se tornam limitantes ao pleno crescimento das plantas, resultando em prejuízo mútuo e a alelopatia quando há a liberação de compostos químicos no ambiente, inibindo o crescimento de uma planta por outra. Esses dois processos ocorrem concomitantemente e seus efeitos deletérios são de difícil separação no campo.

A redução mais acentuada da produtividade de trigo ocorre quando a competição acontece nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura, denominado período crítico de competição. No entanto, esse período pode variar em função das condições de ambiente, da população e das características das espécies em competição. Trabalho realizado por Rigoli (2007) indicou que o período anterior à interferência em cultivar de trigo com porte baixo é de até 12 dias após a emergência, enquanto o de prevenção da interferência, ou seja, aquele tempo em que a cultura deve permanecer livre da interferência é de 12 a 24 dias após a emergência da planta. Durante esse período, os prejuízos provocados são irreversíveis, comprometendo a produtividade da cultura.

A presença de plantas daninhas produz reduções variáveis na produtividade de grãos de trigo. Para populações de azevém entre 130 e 750 plantas m^{-2} até a maturação do trigo, a redução da produtividade de grãos em cultivar de porte alto fica entre 4 e 22% e, naqueles de porte baixo, entre 18 e 56% (FLECK, 1980). Quando nabo (228 plantas m^{-2}) e azevém (24 plantas m^{-2}) competem com trigo por 35 dias, reduzem a produtividade de grãos em 26% e por todo o ciclo de crescimento 62% (AGOSTINETTO et al., 2008). Nesses dois exemplos, nota-se a influência da população de plantas, do tempo de duração da competição e de características do cultivar na manifestação das perdas de produção da cultura.

Manejo de Plantas Daninhas no Trigo

O controle de plantas daninhas consiste na adoção de práticas que resultam na redução da infestação, mas não necessariamente na sua completa eliminação ou erradicação. A redução da interferência das plantas daninhas em uma cultura deve ser feita até o nível em que as perdas pela interferência sejam iguais ao custo do controle, ou seja, de modo que não interfiram na produção econômica da cultura (SILVA et al., 1999). As práticas utilizadas para o controle de plantas daninhas estão agrupadas em cinco métodos: controle preventivo, cultural, físico/mecânico, biológico, e químico, que podem ser utilizados na cultura do trigo de forma conjunta ou isoladamente, dependendo da época, do nível tecnológico adotado e das necessidades do produtor.

Método preventivo

O objetivo desse método de controle é evitar a introdução, o estabelecimento e, ou, a disseminação de espécies de plantas daninhas em áreas não infestadas ou sua reinfestação. Essa prática visa apenas reduzir o ingresso e, ou, a disseminação da infestante na área e não programa o controle para eliminar espécies daninhas da área.

A prevenção engloba todas as medidas adotadas para prevenir a introdução e disseminação das plantas daninhas. Para isso, é indispensável conhecer suas características reprodutivas de disseminação.

Para colocar em prática o controle preventivo, o agricultor deverá:

1. Usar de sementes livres de sementes de plantas daninhas. A aquisição de sementes de fontes não confiáveis pode causar sérios problemas, como a introdução de espécies exóticas.

2. Limpar máquinas e equipamentos antes de transferi-los de áreas infestadas. Esta é uma das maneiras mais fáceis de reduzir os problemas com plantas daninhas.

3. Manter as áreas próximas da lavoura livres de plantas daninhas, como cercas e bordas de lavouras.

4. Não permitir que animais se movam diretamente de áreas infestadas para áreas livres de plantas daninhas.

5. Evitar que as plantas daninhas produzam sementes ou outros órgãos de reprodução.

Método cultural

Consiste no aproveitamento das características agronômicas da cultura, ambientais ou de manejo com o objetivo de aumentar a capacidade competitiva da cultura em detrimento das plantas daninhas, tendendo a diminuir os danos das plantas daninhas. Esse método está baseado em dois princípios: as primeiras plantas que ocupam uma área tendem a excluir as demais, e, a espécie melhor adaptada predominará no ambiente (FLECK, 1992).

Para a utilização eficaz do método cultural, é necessário conhecer detalhadamente as características da cultura que está sendo instalada e das plantas daninhas envolvidas, além de conhecer a resposta delas às práticas culturais adotadas, pois as espécies favorecidas por determinadas práticas tendem a se perpetuar. Contudo, se as práticas culturais favorecem o crescimento rápido e vigoroso da cultura e afetam negativamente as plantas daninhas, a tendência é de que estas sejam eliminadas ou tenham seu desenvolvimento reduzido.

A escolha do cultivar adequado para as condições de solo e clima da região, a época de semeadura, a adubação correta e na linha de semeadura, a adequação da população, da profundidade e do espaçamento entrelinhas, e a adoção de rotação de culturas, associada à cobertura vegetal do solo e semeadura direta, são práticas que podem proporcionar vantagem à cultura.

A adubação do solo, a profundidade e a época de semeadura devem ser favoráveis à rápida germinação, à emergência das plântulas e ao estabelecimento vigoroso e uniforme da cultura. O espaçamento entrelinhas deve ser reduzido o máximo possível para aumentar a cobertura do solo, diminuindo o espaço para as plantas daninhas.

A rotação de culturas impede o aumento de determinada espécie em razão da monocultura. Algumas espécies de plantas daninhas adaptam-se melhor a determinadas culturas. Assim, se a

mesma cultura for cultivada em anos seguidos, a tendência é de que as espécies daninhas se tornem predominantes. A rotação, além de criar diferentes dinâmicas competitivas na área, oportuniza a rotação dos mecanismos de ação herbicida, colaborando para o controle das plantas daninhas na cultura da soja e nas culturas subsequentes e com a diminuição do surgimento de biótipos resistentes a herbicidas. A escolha das culturas a serem usadas deve considerar as plantas daninhas locais, além das características físicas, químicas e topográficas da área.

A semeadura direta, quando associada à presença de cobertura do solo, apresenta vantagem competitiva à cultura, uma vez que, pelo menor revolvimento do solo e pelo efeito físico/alelopático da cobertura, a emergência de plantas daninhas é dificultada.

Controle físico/mecânico

O controle físico/mecânico das plantas daninhas tem sido utilizado pelo homem durante séculos em todo o mundo, sendo a utilização de fogo e o arranquio manual as formas mais antigas usadas pelo homem. O controle físico/mecânico consiste no uso de equipamentos que eliminam as plantas daninhas através de práticas físicas (arranquio manual, cobertura morta, fogo e eletricidade) ou mecânicas (cultivo do solo, pela aração e, ou, gradagem, controle mecânico, pela capina, cultivadores e roçadeiras). O bom cultivo mecânico é aquele que controla as plantas daninhas na entrelinha e cobre aquelas da linha da cultura com solo (FOSTER, 1991).

Os principais mecanismos responsáveis pelo controle das plantas daninhas por meio do método físico/mecânico são (adaptado de FLECK, 1992):

- Enterrio – as plantas morrem por falta de luz para fotossíntese.
- Corte – consiste na separação da parte aérea das raízes.
- Dessecação – as raízes, os rizomas e os estolões são expostos e acabam morrendo por desidratação.
- Exaustão – a estimulação repetida da brotação das gemas leva à exaustão das reservas e morte das gemas (esse método é de grande importância para plantas perenes).

- Supressão – a cobertura morta atua sobre a passagem de luz, temperatura e umidade do solo e ainda pode liberar substâncias alelopáticas, criando condições adversas para a germinação e estabelecimento das plantas daninhas.

O uso do controle físico/mecânico, devido ao baixo rendimento operacional, requer planejamento para evitar que a competição entre a cultura e as plantas daninhas resulte em redução da produtividade. Além disso, a eficiência deste método é bastante variável, principalmente para espécies com fácil enraizamento e com vários fluxos de emergência.

Para plantas anuais e bienais, o controle físico/mecânico é eficiente, mas para as plantas perenes que desenvolvem sistema radicular profundo a eficiência é comprometida. É importante, no entanto, que o equipamento esteja bem regulado, procurando-se eliminar as plantas daninhas trabalhando somente a superfície do solo, para evitar possíveis danos às raízes da cultura (FOSTER, 1991).

As principais vantagens do método físico/mecânico são: economia em relação ao químico, eficiência em condições ambientais que impeçam o uso de herbicidas, destruição das crostas que eventualmente se formam na superfície do solo, aumentando a aeração e a infiltração da água, ausência de possível contaminação ambiental pelo uso de herbicidas, controle de plantas daninhas não controladas por herbicidas, e menor necessidade de adoção de medidas de segurança do trabalho. Já as principais desvantagens são: não controle das plantas daninhas da linha da cultura; danos do sistema radicular da cultura, redução do estande, e, em período chuvoso, é inoperante e ineficiente e favorece a erosão (FOSTER, 1991; FLECK, 1992; SILVA et al., 1999).

Controle biológico

Este método consiste no uso de inimigos naturais (parasitas, predadores ou patógenos), capazes de reduzir o desenvolvimento das espécies daninhas até um nível economicamente aceito. Os agentes de biocontrole podem apresentar ação direta, quando perfuram a planta e enfraquecem sua estrutura que a levam ao colapso e, ou, consumo de partes vitais da planta. Com ação indireta, neutralizam a habilidade competitiva da espécie daninha por redução do vigor de seu

crescimento e capacidade reprodutiva, ou favorecimento de condições para o ataque de patógenos.

Para a cultura do trigo não existem práticas biológicas eficientes que favoreçam a cultura em detrimento da planta daninha. Por outro lado, a utilização de cultivares de trigo com duplo propósito e a realização de pastejo nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura poderão favorecer o desenvolvimento de plantas daninhas pela redução da habilidade competitiva da cultura, permitindo maior espaço para desenvolvimento da planta daninhas, ou pelo pastoreio seletivo.

Controle químico

Os herbicidas constituem o método mais utilizado para controle de plantas daninhas em cereais de inverno. A eficiência dos herbicidas tem levado, muitas vezes, a uma grande dependência dessas moléculas, com a exclusão de outros métodos. O controle químico deve ser visto como ferramenta adicional, e não como único método para diminuir os prejuízos com plantas daninhas. Os herbicidas devem ser utilizados com critérios rígidos, considerando seus custos, eficiência e segurança ao ambiente e ao homem, devendo ser considerados como parte de um programa integrado de controle de plantas daninhas.

Alguns fundamentos devem ser observados na seleção do tratamento com herbicida:

1. Identificar a espécie problema.
2. Aplicar o herbicida quando as plantas daninhas estiverem em estágio inicial, em crescimento ativo e quando a cultura estiver no estágio adequado de desenvolvimento.
3. Usar equipamento adequado e em condições de uso.
4. Calibrar o equipamento para assegurar a aplicação na dose correta.
5. Seguir as instruções do rótulo do herbicida e dos adjuvantes usados.
6. Considerar o plano de rotação de culturas, para evitar problemas com o efeito residual de herbicidas para a próxima cultura.

Os produtos registrados e indicados para uso na cultura de trigo, assim como suas concentrações, doses e época de aplicação para controle de plantas daninhas, são apresentados na Tabela 8.1.

Quando um método de controle é utilizado continuamente, é provável que sua eficiência seja reduzida ou ocorra o aparecimento de populações de plantas daninhas resistentes ou tolerantes, cuja população pode aumentar e constituir grave problema. De modo geral, o fenômeno mais comum é a substituição das espécies mais sensíveis pelas mais tolerantes ao herbicida que tem sido usado com maior frequência. Por exemplo, o uso continuado de herbicidas para controlar magnoliopsidas (dicotiledôneas) pode levar ao aumento de espécies liliopsidas (monocotiledôneas), como azevém e aveia. O conhecimento da flora infestante das lavouras de trigo e suas reações aos diferentes métodos de manejo e controle é indispensável para que possam ser adotadas as práticas mais convenientes.

A resistência e a mudança na população de plantas daninhas podem ser evitadas pela integração de métodos de manejo (ou controle), como rotação de culturas e uso alternado de herbicidas com diferentes mecanismos de ação.

Os herbicidas desenvolvidos para o controle de plantas daninhas na cultura do trigo dividem-se, de modo geral, em três grupos, para controle de poáceas, de magnoliopsidas e para manejo da cobertura do solo.

Controle de poáceas

Entre os herbicidas atualmente recomendados para essa finalidade, destacam-se pendimetalin, diclofop-metil, clodinafop-propargil e o iodosulfuron-metil, eficientes no controle de aveia-preta ou branca e de azevém. Pendimetalin é usado em pré-emergência da cultura, sendo sua seletividade dada por sua posição na camada superficial do solo (cerca de 2 a 3 cm), devendo o trigo ser semeado na profundidade de cerca de 5 cm. A ocorrência de chuva intensa logo após sua aplicação, principalmente em solos de textura arenosa e com níveis de matéria orgânica abaixo de 2%, pode causar fitotoxicidade à cultura. Já os herbicidas diclofop, clodinafop e iodosulfuron são usados em pós-emergência e, com exceção do clodinafop, têm maior eficiência no

azevém do que nas aveias. A eficácia desses herbicidas é dependente do estágio de desenvolvimento do azevém e das aveias, sendo os melhores resultados obtidos quando aplicado em plantas jovens, com duas a quatro folhas.

Controle de magnoliopsidas

O herbicida à base de metsulfuron-metil é eficaz no controle de várias espécies daninhas magnoliopsidas, embora seja pouco eficiente para outras, como o cipó-de-veado (*Polygonum convolvulus*). O metsulfuron é persistente no solo e controla novos fluxos de plantas daninhas de folhas largas por até 30 dias após a sua aplicação. A exemplo de outros herbicidas pós-emergentes, sua aplicação é indicada nos estádios iniciais de crescimento da cultura e das plantas daninhas (no máximo de seis folhas), evitando-se, assim, a competição e o efeito de cobertura da folhagem, quando o jato de aspersão não atinge as plantas menores por serem cobertas pelas plantas daninhas mais desenvolvidas.

Misturas formuladas de herbicidas contendo 2,4-D, dicamba, metsulfuron ou outros princípios ativos ampliam o espectro de espécies controladas, dando melhor controle geral de plantas daninhas em trigo. Diversas misturas são registradas e recomendadas para uso nessa cultura (Tabela 8.1).

Dessecação de plantas daninhas para semeadura direta de trigo

Poucos herbicidas estão disponíveis e registrados para manejo (dessecação) de plantas daninhas, antecedendo a semeadura de trigo. Os herbicidas que podem ser utilizados são 2,4-D, metsulfuron, glifosato, paraquat e diuron (Tabela 8.2). Enquanto os dois primeiros controlam essencialmente plantas magnoliopsidas, glifosato e paraquat são herbicidas totais, controlando tanto magnoliopsidas quanto liliopsidas. Em áreas com elevada frequência de guanxuma (*Sida* spp.), a utilização de metsulfuron e glifosato na dessecação, antecipando a semeadura de trigo, tem sido alternativa mais eficiente do que a aplicação isolada dos herbicidas.

Com o aumento da área ocupada pela buva resistente ao glifosato (*Conyza* spp.), o cultivo de trigo se constitui em oportunidade para seu controle. As sementes de buva podem emergir após a colheita das culturas de verão e se desenvolver mesmo antes da semeadura do trigo. Além disso, as sementes de soja resistente ao herbicida glifosato (RR[®]), resultante das perdas de colheita, podem originar plantas que se constituem em planta daninha importante para o trigo. Nessa condição, as plantas de buva e de soja são de pequeno porte, o que facilita o controle. Controle eficiente dessas espécies pode ser obtido antes da semeadura do trigo com o uso de glifosato (720g de equivalente ácido por hectare) associado ao metsulfuron (4 g por hectare) ou ao 2,4-D. Após a emergência do trigo, os herbicidas iodosulfuron e metsulfuron são eficientes no controle da buva e plantas voluntárias de soja.

O azevém resistente ao glifosato também pode ser problema antes da semeadura do trigo. Como o glifosato não apresenta efeito sobre as plantas resistentes, devem-se utilizar herbicidas poaecidas para controle dessa espécie. Os herbicidas diclofop e iodosulfuron apresentam controle eficiente do azevém resistente ao glifosato e, ainda, os inibidores da enzima ACCase como haloxyfop, clethodim, fenoxaprop, fluazifop e sethoxydim são eficientes sobre o azevém e se apresentam como alternativas de manejo do azevém em pré-semeadura do trigo. Alguns desses poaecidas, como o haloxyfop, podem apresentar efeito residual e afetar a cultura do trigo, sendo recomendada sua aplicação com antecedência mínima de 10 dias da semeadura do trigo.

Cabe ressaltar que é necessário que as plantas daninhas tenham área foliar suficiente para absorver o herbicida. Uma situação em que é comum haver falhas no controle ocorre após a colheita da cultura de verão quando há corte da parte aérea das plantas daninhas. Nesse caso, é necessário aguardar o desenvolvimento de novas folhas antes da aplicação dos dessecantes.

Reações de Cultivares de Trigo a Herbicidas

A tolerância de cultivares de trigo a herbicidas depende do estágio de crescimento em que a cultura se encontra, da dose aplicada, da interação do herbicida com outros agroquímicos, incluindo nutrientes aplicados na cultura. Entre os herbicidas indicados para uso em pós-emergência de trigo, os hormonais podem causar fitotoxicidade se forem aplicados de forma inadequada.

De modo geral, todos os cultivares de trigo utilizados no Sul do Brasil são tolerantes a doses normais de aplicação dos herbicidas registrados. Contudo, podem ocorrer alguns problemas quando o agricultor realiza mistura de produtos incompatíveis (ácidos, inseticidas, etc.) no tanque do pulverizador (prática proibida pela legislação brasileira) ou quando utiliza adjuvantes em doses maiores que as necessárias.

Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas

Entre as espécies com relevância para a cultura de trigo, destacam-se os casos de resistência do nabo (*Raphanus sativus*) aos inibidores da ALS, azevém e buva (*Conyza bonariensis*, *C. canadenses*, *C. sumatrensis*) aos inibidores da EPSPS (glifosato), azevém a inibidores da ALS e aveia-brava (*Avena fatua*) a inibidores da ACCase (HEAP, 2013). Além desses, são relatados também os casos de resistência múltipla de azevém aos inibidores da EPSPS e da ACCase e da buva (*C. sumatrensis*) aos inibidores da EPSPS e da ALS.

O uso continuado de herbicidas selecionou algumas plantas daninhas resistentes em diversos cultivos agrícolas. Em trigo, foi identificado biótipo de *Raphanus sativus* (nabiça) resistente à metsulfuron-metil e outros herbicidas inibidores de ALS. Em áreas em que houver biótipo resistente, as alternativas de herbicidas para controle são o bentazon e alguns herbicidas do grupo das auxinas sintéticas (hormonais).

A buva e o azevém são espécies que apresentam biótipos resistentes ao herbicida glifosato e que emergem no intervalo entre a colheita da cultura de verão e a semeadura do trigo. Deve-se se ter cuidado para que a dessecação dessa vegetação seja eficaz, de forma que a semeadura do trigo ocorra na ausência de plantas remanescentes. Para isso, nas áreas com suspeita de ocorrer biótipos resistentes, indica-se realizar a primeira aplicação de herbicidas com antecedência de duas a três semanas à semeadura do trigo. Se ocorrer biótipos de buva resistentes, é necessário realizar aplicação de 2,4-D ou metsulfuron-metil ao glifosato. No caso do azevém resistente é indicado adicionar herbicidas inibidores de ACCase (setoxidim, cletodim, haloxifop, fluazifop, entre outros) ao glifosato. Se houver “escape” de plantas da primeira aplicação de herbicidas, deve ser aplicado herbicida à base de paraquat antecedendo (1-2 dias) a semeadura do trigo.

Tabela 8.1 - Herbicidas seletivos, doses e época de aplicação indicadas para o controle de plantas daninhas na cultura de trigo

Nome comum	Concentração ¹ (g L ⁻¹ ou g kg ⁻¹)	Produto Comercial (g ou L ha ⁻¹)	Época de aplicação e observações
2,4-D amina	400 e.a.	1,0 a 1,5	Aplicar em pós-emergência (plantas daninhas com duas a seis folhas). Devem ser aplicados no estágio de perfilhamento (quatro folhas até ocorrência do primeiro nó do trigo)
	670 e.a.	1,0 a 1,5	
	720 e.a.	1,0 a 1,5	
2,4-D + Picloran	360 + 22,5 e.a.	1,0	Aplicar em pós-emergência (plantas daninhas com duas a seis folhas e em qualquer estágio da cultura), obedecendo a carência de 30 dias. Adicionar 0,1 % v/v de óleo mineral emulsionável. Tem incompatibilidade biológica com a formulação CE de tebuconazole, paration metílico, clorpirifós e diclofop-metil.
Metribuzin ²	480 i.a.	0,3	
2,4-D amina + Bentazon	-	1,0 + 0,8	
Metsulfuron-metil	600 i.a.	4,0	

Continua...

Tabela 8.1 - Cont.

Nome Comum	Concentração ¹ (g L ⁻¹ ou g kg ⁻¹)	Produto Comercial (g ou L ha ⁻¹)	Época de aplicação e observações
Iodosulfuron-metil	50 i.a.	70	Aplicar em pós-emergência (plantas daninhas com duas a oito folhas). Pode ser aplicado até o alongamento do trigo. Adicionar 0,5 L ha ⁻¹ de Hoefix. Possui compatibilidade plena com inseticidas e fungicidas.
Dicamba	480 i.a.	0,3	Aplicar em cipó-de-veado até quatro folhas e plantas de trigo no início do perfilhamento até primeiro nó visível. Não adicionar adjuvantes nem misturar com inseticidas.
Bentazon	600 i.a.	1,2 a 1,6	Aplicar em cipó-de-veado com até quatro folhas e plantas de trigo em qualquer fase de desenvolvimento, a partir do perfilhamento.
	480 i.a.	1,5 a 2,0	
Pendimetalin	500 i.a.	2,0 a 2,5 (a) 2,5 a 3,0 (b) 3,0 a 3,5 (c)	Aplicar em pré-emergência. Usar dose (a) em solos arenosos, dose (b) em francos e (c) em argilosos.
Diclofop-metil	280 i.a.	1,5 a 2,0	Aplicar em pós-emergência, com plantas daninhas no estágio de duas a quatro folhas. Aplicar desde a emergência até o final do perfilhamento do trigo.
Clodinafop-propargil	240 i.a.	100 a 150 (a) 200 a 250 (b)	Aplicar em pós-emergência, com plantas daninhas com um a dois perfilhos. Usar dose (a) para aveia e (b) para azevém. No pleno perfilhamento usar a maior dose. Usar óleo mineral emulsionável (0,5 v/v).

¹ i.a.= ingrediente ativo; e.a.= equivalente ácido.

² Não aplicar em solos com menos de 1% de matéria orgânica. Não misturar em tanque com outros agrotóxicos ou com adubo foliar.

Obs.: O registro no MAPA para a respectiva região e o cadastro estadual dos produtos indicados deverão ser consultados.

Fonte: Informações técnicas para a safra 2012.

Tabela 8.2 - Herbicidas não seletivos, doses e época de aplicação indicadas para o manejo (dessecação) de plantas daninhas na cultura de trigo sob semeadura direta

Planta daninha	Nome comum	Concentração ¹ (g L ⁻¹ ou kg)	Produto Comercial (g ou L ha ⁻¹)	Época de aplicação em relação à semeadura
Liliopsidas anuais	Glifosato	360 e.a.	1,0 a 1,5	No mínimo um dia antes
	Sulfosato	330 e.a.	1,0 a 1,5	
	Paraquat + Diuron ²	200 + 100 i.a.	1,0 a 1,5	
	Paraquat	200 i.a.	1,0 a 1,5	
Magnoliopsidas anuais	Metsulfuron-metil	600 i.a.	4,0	No mínimo um dia antes
	Paraquat + Diuron ²	200 + 100 i.a.	1,0 a 1,5	
		400 e.a.	1,0 a 1,5	No mínimo um dia antes
	2,4-D amina	670 e.a.	1,0 a 1,5	
		720 e.a.	1,0 a 1,5	

¹ i.a.= ingrediente ácido; e.a.= equivalente ácido.

² Usar somente nos estádios iniciais de desenvolvimento da planta infestante.

Obs.: O registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para a respectiva região e o cadastro estadual dos produtos indicados deverão ser consultados.

Fonte: Informações técnicas para a safra 2012.

Referências

- AGOSTINETTO, D.; RIGOLI, R. P.; SCHAEGLER, C. E.; TIRONI, S. P.; SANTOS, L. S. Período crítico de competição de plantas daninhas com trigo. **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 271-278, 2008.
- FLECK, N. G. Competição de azevém (*Lolium multiflorum* L.) com duas cultivares de trigo. **Planta Daninha**, v. 3, n. 2, p. 61-67, 1980.
- FLECK, N. G. **Princípios do controle de plantas daninhas**. Porto Alegre: UFRGS, 1992. 70 p.
- INFORMAÇÕES TÉCNICAS PARA TRIGO E TRITICALE – SAFRA 2012/V.
- EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. 204 p.
- RIGOLI, R. P. **Competição de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) com azevém (*Lolium multiflorum* L.) e nabo (*Raphanus raphanistrum* L.)**. 2007. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 2001.
- SILVA, A. A. da; SILVA, J. F.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, J. F.; Colaboradores: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. de; VARGAS, L. **Controle de plantas daninhas**. Brasília: ABEAS; Viçosa, MG: DFT/UFV, 1999. 260 p.

MANEJO DE INSETOS-PRAGA

9

Paulo Roberto Valle da Silva Pereira¹

Alberto Luiz Marsaro Júnior²

Douglas Lau³

Antônio Ricardo Panizzi⁴

José Roberto Salvadori⁵

Estima-se que mais de uma centena de espécies de insetos utilizam o “ecossistema trigo” para obter os recursos necessários às suas exigências vitais. Entretanto, é relativamente pequeno o número daqueles que podem ser considerados pragas, baseados na frequência e nos níveis populacionais. Afídeos, lagartas desfolhadoras e corós, por apresentarem maior abrangência geográfica e atingirem frequentemente níveis que exigem controle, podem ser considerados pragas principais. A importância dos insetos que se alimentam das plantas de trigo varia com a região, dentro dos amplos limites de latitude de onde ele é cultivado no Brasil.

¹ Engenheiro-Agrônomo, Dr. e Pesquisador da Embrapa Trigo. E-mail: paulo.pereira@embrapa.br

² Engenheiro -Agrônomo, Dr. e Pesquisador da Embrapa Trigo. E-mail: alberto.marsaro@embrapa.br

³ Biólogo, Dr. e Pesquisador da Embrapa Trigo. E-mail: douglas.lau@embrapa.br

⁴ Engenheiro-Agrônomo, Ph.D. e Pesquisador da Embrapa Trigo. E-mail: antonio.panizzi@embrapa.br

⁵ Engenheiro-Agrônomo, Dr. e Professor da Universidade de Passo Fundo. E-mail: salvadori@upf.br

Nesse capítulo, serão abordadas as espécies de insetos fitófagos que ocorrem mais comumente nas lavouras de trigo, no contexto do manejo integrado de pragas.

Caracterização das Principais Pragas

Corós e outras larvas de solo

Os corós (Coleoptera, Melolonthidae) são larvas de insetos de solo que apresentam desenvolvimento holometabólico (ovo, larva, pupa e adulto). As espécies associadas ao trigo são nativas e sua importância econômica cresceu a partir dos anos 1980. A espécie *Diloboderus abderus* (Sturm, 1826) é citada como praga de trigo desde a década de 1950, enquanto *Phyllophaga triticeophaga* (MORON; SALVADORI, 1998), foi registrada mais recentemente. Essas espécies são facilmente reconhecidas e distinguidas quanto aos aspectos morfológicos e biológicos. Os adultos (besouros) diferem claramente no tamanho e na cor, e as larvas (corós) podem ser distinguidas pelo tamanho, se comparadas no mesmo instar (fase larval), cor da cabeça e pela disposição dos pelos e dos espinhos na região ventral do último segmento abdominal (ráster).

Os adultos de *Diloboderus abderus* são besouros de coloração quase preta, medindo em torno de 1,3 cm de largura e 2,5 cm de comprimento. Os machos não voam e apresentam um apêndice cefálico em forma de chifre, que se projeta para trás e outro apêndice torácico, bifurcado e mais curto que o anterior (Figura 9.1).

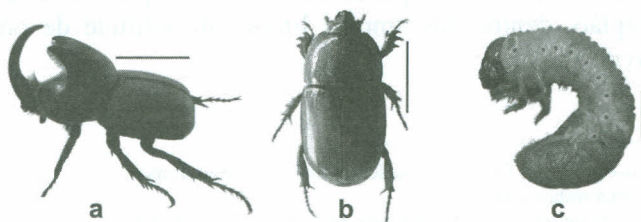


Figura 9.1 - Coró-das-pastagens *Diloboderus abderus*. a) aspecto geral do macho; b) aspecto geral da fêmea; c) aspecto da larva de 3º instar (escalas: 1 cm).

O ciclo da espécie é anual. Adultos podem ser encontrados de novembro a abril e a postura é feita nesse período, com mais frequência em janeiro e fevereiro. As larvas vivem em torno de sete meses e passam por três instares até empuparem, geralmente a partir de outubro. Com tamanho máximo 4,0-5,0 cm de comprimento por 1,1 cm de largura, vivem a uma profundidade variável (entre 10 e 20 cm) e duram cerca de cinco meses, dentro de uma galeria vertical que lhe serve de abrigo.

Os adultos de *Phyllophaga triticophaga* são besouros de coloração marrom-avermelhada brilhante, com pelos dourados. Medem cerca de 1,8 cm de comprimento e 0,8 cm de largura (Figura 9.2).

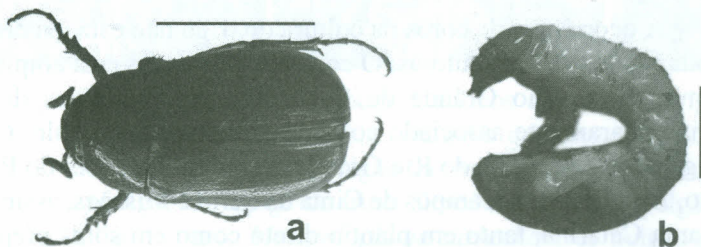


Figura 9.2 - Coró-do-trigo *Phyllophaga triticophaga*. a) aspecto geral do adulto; b) aspecto da larva de 3º instar (escalas: 1 cm).

Fonte: Pereira, P.R.V.S.

O ciclo desta espécie é bianual. De maneira mais intensa no mês de outubro e início de novembro, à noite, os adultos deixam o solo e vêm à superfície para acasalamento e dispersão. Os ovos são encontrados de novembro a dezembro. A fase larval ocorre desde o final deste primeiro ano, prolonga-se durante todo o ano seguinte e vai até janeiro-fevereiro do terceiro ano. A larva apresenta três instares e atinge 3,0-4,0 cm de comprimento por 0,8 cm de largura; não constrói galerias e vive muito próxima à superfície do solo (concentrando-se nos primeiros 10 cm de profundidade).

As pupas são encontradas nos meses de janeiro a abril e a partir de março se transformam em adultos, forma na qual sobrevivem ao inverno, enterrados e sem alimento.

Em ambas as espécies, as larvas alimentam-se consumindo sementes, raízes e plantas e puxando-as ao interior do solo após consumirem o sistema radicular. Um único coró, em atividade plena e em seu tamanho máximo, é capaz de consumir em torno de duas plântulas de trigo em uma semana. Por serem polípagos, os corós podem atacar diversas espécies de plantas cultivadas ou não, incluindo plantas daninhas.

O não revolvimento do solo para o plantio das culturas favorece a sobrevivência dos corós. A crescente adoção de sistemas conservacionistas de manejo do solo, como o plantio direto e o preparo reduzido, apesar de todas as vantagens que apresentam, têm contribuído para o aumento da incidência de corós.

A ocorrência de corós na cultura do trigo não está generalizada em todas as regiões produtoras. O coró-das-pastagens está amplamente disseminado no Rio Grande do Sul e em algumas áreas de Santa Catarina, claramente associado ao não revolvimento do solo. O coró-do-trigo ocorre no norte do Rio Grande do Sul, nas regiões do Planalto Médio, Alto Uruguai, Campos de Cima da Serra e Missões, assim como em Santa Catarina, tanto em plantio direto como em solos preparados convencionalmente para semeadura. No estado do Paraná, *Phyllophaga cuyabana* Moser, 1918, denominado coró da soja, pode causar danos em trigo. Em Mato Grosso do Sul, *Lyogenis suturalis* Blanchard, 1850, conhecido pelo nome comum de coró-do-milho também pode ser praga na cultura de trigo.

Além de corós, eventualmente o trigo pode ser atacado em seus órgãos subterrâneos por diversas outras espécies de larvas, como a larva-aramé, forma jovem de *Conoderus scalaris* (Germar, 1824) (Coleoptera, Elateridae); a larva-alfinete, forma jovem de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera, Chrysomelidae) e o gorgulho-do-solo, larva de *Pantomorus* spp. (Coleoptera, Curculionidae).

Afídeos

Várias espécies de afídeos ou pulgões (Hemiptera, Aphididae) ocorrem na cultura de trigo (Figura 9.3), dependendo da época do ano e da região tritícola. As mais comuns são o pulgão-verde-dos-cereais, *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852), o pulgão-do-colmo-do-trigo ou

pulgão-da-aveia, *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1758), o pulgão-da-folha-do-trigo, *Metopolophium dirhodum* (Walker, 1849) e o pulgão-da-espiga-do-trigo, *Sitobion avenae* (Fabricius, 1794). Outras espécies como o pulgão-preto, *Sipha maydis* (Passerini, 1860), o pulgão-do-milho, *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856), o pulgão-da-raiz, *Rhopalosiphum rufiabdominale* (Sasaki, 1899) e o pulgão-amarelo, *Sipha flava* (Forbes, 1884) podem ocorrer esporadicamente em plantas de trigo.

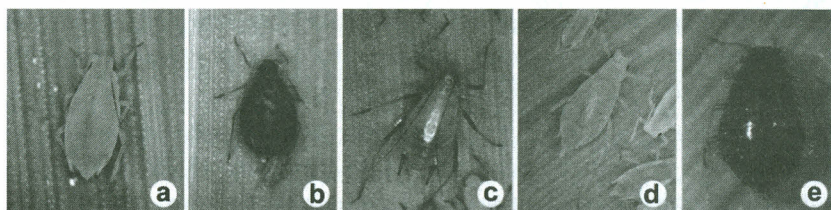


Figura 9.3 - Formas ápteras dos principais afídeos que atacam trigo. a) pulgão-verde-dos-cereais, *Schizaphis graminum*; b) pulgão-do-colmo-do-trigo ou pulgão-da-aveia, *Rhopalosiphum padi*; c) pulgão-da-espiga-do-trigo, *Sitobion avenae*; d) pulgão-da-folha-do-trigo, *Metopolophium dirhodum*; e) pulgão-preto, *Sipha maydis*.

Fonte: Pereira, P.R.V.S.

Nas condições climáticas brasileiras, os afídeos do trigo são vivíparos (não põem ovos); as fêmeas parem diretamente ninfas (formas jovens, sem asas, semelhantes aos adultos); reproduzem-se sem ocorrência de machos e geram apenas fêmeas (partenogênese telítica). Devido à alta prolificidade e ao ciclo biológico curto, em condições favoráveis, os pulgões desenvolvem rapidamente colônias numerosas, formadas por fêmeas aladas e ápteras e por ninfas de diferentes tamanhos (instares). Os afídeos do trigo desenvolvem-se e multiplicam-se melhor em temperaturas amenas (entre 20 e 22° C) e em períodos de estiagem.

Considerando os últimos anos, *R. padi* tem sido a espécie de afídeo mais frequente nas condições sul-brasileiras (PARIZOTO et al., 2013). Este afídeo ocorre ao longo de todo o ano, colonizando diferentes hospedeiros. No trigo, pode ocorrer em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura (LAU et al., 2009). *S. graminum* ocorre de

modo mais intenso em anos, estações ou regiões de temperatura média mais elevada, como no vale do rio Uruguai e na fronteira-oeste do Rio Grande do Sul, norte do Paraná, Mato Grosso do Sul, São Paulo e no Brasil central. No Sul do país, é mais comum nos estádios iniciais da cultura do trigo, podendo migrar a partir das lavouras de aveia onde se multiplicam bem. *S. avenae* atinge altas populações em estádios mais avançados (espigamento) da cultura do trigo. Na região sul é frequente a partir de agosto e setembro. *M. dirhodum* também ocorre em estádios mais avançados da cultura. O seu nível populacional atual contrasta com sua abundância e importância que tinha como praga e como vetor de vírus nos anos de 1970 (LAU et al., 2009).

Tomados em conjunto, os afídeos são considerados pragas principais da cultura do trigo. De modo geral, os citados para essa cultura têm como hospedeiros outros cereais de inverno, como aveia, centeio, cevada, triticale e outras gramíneas. Tanto pulgões jovens (ninfas) quanto adultos alimentam-se da seiva do trigo, que é suscetível ao dano desde a emergência até que os grãos estejam completamente formados (grão em massa). Os afídeos podem causar danos diretos e indiretos. Os danos diretos resultam de sua alimentação, como danos mecânicos às células e tecidos provocados pela inserção dos estiletes, reação das células a componentes da saliva (toxinas e enzimas) e sucção da seiva. *S. graminum* é entre as espécies de afídeos do trigo que ocorrem no Brasil a que causa maiores danos diretos devido à reação da planta à sua saliva. Nos locais picados por este afídeo aparecem manchas cloróticas que podem evoluir para a necrose do tecido, secamento de folhas e a morte de plântulas. Os danos dependem do cultivar de trigo e do biótipo do afídeo. As espécies do gênero *Sipha* também causam reações locais no sítio de alimentação.

Os danos indiretos resultam da transmissão de espécies de B/CYDVs (*Barley/Cereal yellow dwarf virus*) agentes causais do nanismo amarelo em cereais. No Brasil, BYDV-PAV é a espécie viral predominante e as espécies de afídeos mais importantes enquanto vetoras desses vírus, tanto por sua abundância quanto por sua eficiência de transmissão, são *R. padi*, *S. avenae* e *M. dirhodum* (PARIZOTO et al., 2013).

Lagartas desfolhadoras

Considerando toda a região tritícola brasileira, as lavouras de trigo podem ser atacadas, principalmente, por três espécies de lagartas (Lepidoptera, Noctuidae) que se alimentam das folhas e de outros órgãos da parte aérea das plantas. *Pseudaletia sequax* (Franclemont, 1951) e *Pseudaletia adultera* (Schaus, 1894), conhecidas pelo nome comum de lagarta-do-trigo, e *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797), denominada lagarta-militar ou lagarta-do-cartucho-do-milho.

As lagartas de *Pseudaletia sequax* e *Pseudaletia adultera* são semelhantes tanto no aspecto geral como nos hábitos e na capacidade de causar danos, fazendo com que, na prática, sejam tratadas como se fossem uma só espécie. A diferenciação morfológica é feita a partir dos adultos (Figura 9.4a). As lagartas apresentam três pares de pernas torácicas e cinco pares de falsas pernas abdominais (Figura 9.4b). Nascem com pouco mais de 1 mm de comprimento e podem atingir 4,0-4,5 cm. Inicialmente são esverdeadas e, quando maiores, podem apresentar coloração variável do esverdeado ao quase preto, predominando a coloração pardo-acinzentada com listras longitudinais claras e escuras. As pupas ocorrem no solo, em pouca profundidade, ou mesmo sob restos culturais.

Os adultos são mariposas de cor palha, com manchas características nas asas. Diferem também quanto ao tamanho, sendo *Pseudaletia sequax* ligeiramente maior, com cerca de 2,5 cm de comprimento e 3,5 cm de envergadura. A duração média das fases, a 25° C, é de 4 dias para ovo, 24 dias para larva e 13 dias para pupa.

Ambas as espécies de *Pseudaletia* podem ocorrer na lavoura, às vezes até simultaneamente, a partir do espigamento (outubro) até a fase de maturação e colheita do trigo. As lagartas são polípagas, podendo ser pragas em outras culturas, principalmente gramíneas. Os danos decorrem dos hábitos filófagos e, adicionalmente, do ataque às espigas, onde destroem aristas e espiguetas; muitas vezes cortam a base da espiga, derrubando-as ao solo.

A lagarta-militar (*Spodoptera frugiperda*) (Figura 9.4c) ocorre nas regiões tritícolas de inverno seco e pouco rigoroso, como por exemplo, no norte do Paraná, Mato Grosso do Sul e latitudes inferiores. Também é uma praga polífaga, que ataca várias espécies de gramíneas

e de outras famílias vegetais. Os adultos são mariposas de coloração geral pardo-acinzentadas, com 2,0 cm de comprimento e 3,0 cm de envergadura. As lagartas inicialmente são verdes e vão escurecendo à medida que crescem, adquirindo coloração escura, quase preta; nesta espécie, o “Y” invertido na fronte da cabeça é bem evidente. A fase larval dura em torno de três semanas.

Geralmente, a lagarta-militar ocorre na fase de início de desenvolvimento da cultura de trigo, desde a emergência até o afilamento, consumindo folhas e plântulas, provocando atrasos no desenvolvimento e redução na população de plantas. Nas regiões onde ocorre *Spodoptera frugiperda*, esporadicamente, o trigo também pode ser atacado pelo curuquerê-dos-capinzais, *Mocis latipes* (Guenée, 1852) (Figura 9.4d).

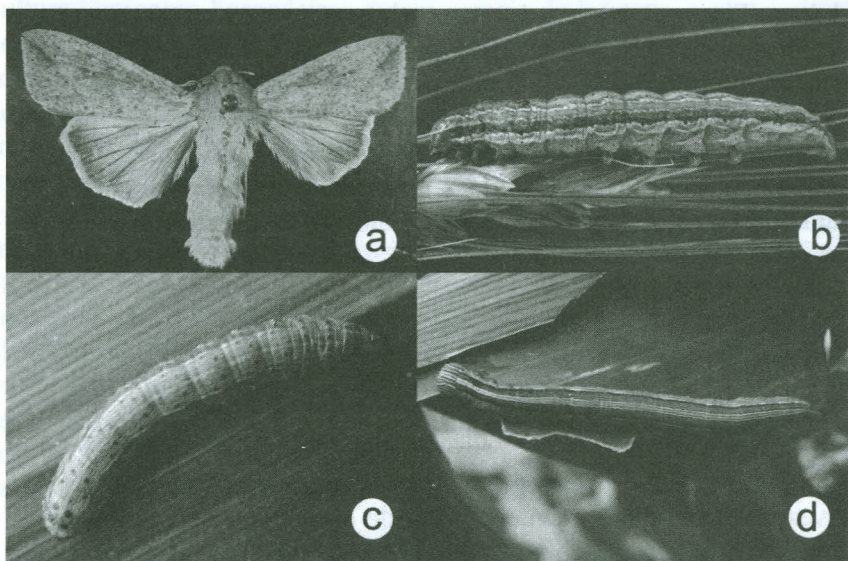


Figura 9.4 - Lagartas desfolhadoras. a) lagarta-do-trigo (adulto), *Pseudaletia sequax*; b) lagarta-do-trigo (larva), *P. sequax*; c) lagarta-militar, *Spodoptera frugiperda*; e d) lagarta-dos-capinzais, *Mocis latipes*.

Fonte: Pereira, P.R.V.S.

Percevejos

Os percevejos (Hemiptera: Heteroptera) são insetos sugadores, de desenvolvimento paurometabólico (ovo-ninfa-adulto). As espécies mais comumente encontradas em trigo são os percevejos-barriga-verde, *Dichelops furcatus* (Fabricius, 1775) e *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851), o percevejo-verde, *Nezara viridula* (Linneaus, 1758), e o percevejo-do-trigo, *Thyanta perditor* (Fabricius, 1756), (Pentatomidae) e o percevejo-raspador, *Collaria scenica* (Stal, 1859) (Miridae) (Figura 9.5)

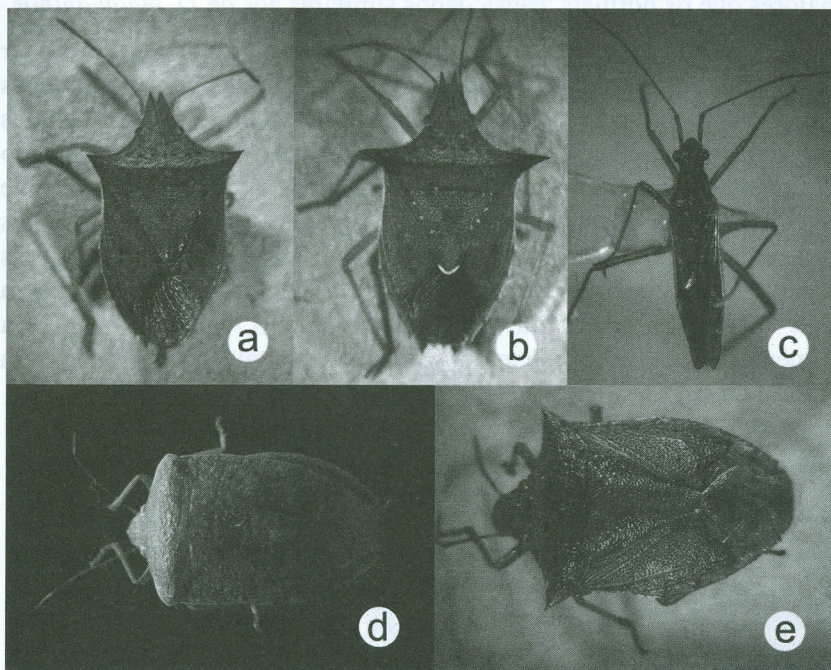


Figura 9.5 - Percevejos comuns em trigo. Percevejos-barriga-verde: a) *Dichelops furcatus*; b) *D. melacanthus*; c) percevejo-raspador *Collaria scenica*; d) percevejo-verde *Nezara viridula*; e e) percevejo-do-trigo *Thyanta perditor*.

Fonte: Pereira, P.R.V.S.

Os percevejos-barriga-verde, comumente encontrados em lavouras de milho e soja, passaram a ocorrer em trigo, como pragas de início de ciclo e também durante o espigamento. O cultivo de safrinha de milho e a presença de palha na superfície do solo fazem com que os insetos se mantenham na área e busquem o trigo para se alimentar logo após a emergência das plantas (PANIZZI et al., 2000). *Dichelops melacanthus*, de ocorrência mais comum no Paraná e em latitudes menores, é a espécie que provoca maiores danos, exigindo controle químico. *Dichelops furcatus* ocorre mais ao sul e não tem sido tão problemático, entretanto, quando ocorre em níveis populacionais maiores que os normais, causa danos similares aos de *D. melacanthus*.

Os sintomas dos danos aparecem alguns dias após o inseto ter se alimentado. Plântulas atacadas apresentam folhas com perfurações transversais, com necrose do tecido. As folhas dobram ou quebram nas linhas de perfuração e algumas ficam enroladas e deformadas. Quando a alimentação ocorre nos colmos, a planta pode aumentar o número de perfilhos, que pode culminar na morte da planta, ou as folhas que mais tarde estarão expostas ficam deformadas no local de alimentação e as espigas ficam chochas e brancas (dano este que pode ocorrer também pelo efeito de geada ou temperaturas muito baixas); quando a alimentação ocorre na espiga, observam-se espiguetas atrofiadas, sem grãos e de coloração branca (Figura 9.6).

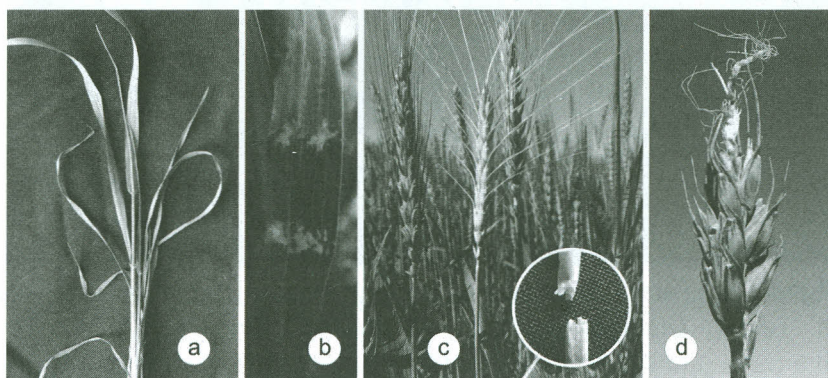


Figura 9.6 - Danos causados pelos percevejos barriga-verde em trigo: a) planta com colmo principal morto; b) folha deformada pela alimentação no colmo; c) espiga chocha pelo dano causado no colmo (detalhe); e d) espiga deformada.

O percevejo-verde *Nezara viridula* é uma espécie polífaga, praga da cultura de soja e que tem diminuído em importância devido à redução nas populações nos últimos anos. Os danos em trigo são semelhantes aos descritos para os percevejos barriga-verde. O percevejo-do-trigo *Thyanta perditor* é de ocorrência esporádica; tem como planta hospedeira nativa o picão-preto e pode ocorrer em lavouras de arroz. Seus danos em trigo são pouco conhecidos e devem ser mais investigados.

O percevejo-raspador *Collaria scenica* tem sido encontrado em trigo e em diversas outras gramíneas, cultivadas ou não, como aveia, cevada, triticale, milho, arroz, papuã, festuca, quicuí, azevém, entre outras. É um percevejo relativamente pequeno (cerca de 1,0 cm de comprimento) e, ao introduzir os estiletes bucais nos tecidos vegetais para sugar o conteúdo celular, provoca morte de células e aparecimento de sintomas típicos de “raspagens”. As manchas esbranquiçadas podem evoluir para a morte do tecido em folhas, colmos e espigas. Altas populações na fase de enchimento dos grãos (10 percevejos/planta) podem comprometer a folha bandeira e provocar redução no rendimento de grãos.

Brocas

Neste grupo, incluem-se insetos cuja larva apresenta o hábito de, ao se alimentar, perfurar uma galeria e penetrar nas plantas de trigo, como é o caso da broca-do-colo, *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) (Lepidoptera, Pyralidae); da broca-da-coroa-do-azevém, *Listronotus bonariensis* (Kuschel, 1955) (Coleoptera, Curculionidae) e da broca-da-cana, *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera, Pyralidae).

Elasmopalpus lignosellus é uma espécie polífaga que, além de trigo, infesta diversas culturas como milho, sorgo, arroz, feijão, soja etc. Tem ampla distribuição geográfica, ocorrendo praticamente em todo o país. O adulto é uma pequena mariposa com aproximadamente 1,5 cm de comprimento e 2,0 cm de envergadura, de coloração pardo-acinzentada (Figura 9.7a). A larva apresenta coloração marrom-esverdeada, com faixas claras e escuras (Figura 9.7b). Atinge em torno

de 2,0 cm de comprimento e pode durar de duas a quatro semanas, dependendo da temperatura. A pupação ocorre no solo.

O ataque da broca-do-colo ocorre em reboleiras. O sintoma típico que decorre da ação de brocas antes do perfilhamento é a morte da folha central (“coração-morto”), que depois pode evoluir para a morte de toda a planta. Uma larva tem potencial para danificar cerca de sete plântulas de trigo.

Listronotus bonariensis é uma espécie sul-americana, que, além de trigo, ocorre em diversas outras gramíneas como aveia, azevém, cevada e milho. Apresenta desenvolvimento holometabólico e, em laboratório, a 25°C, leva em torno de 37 dias para atingir a fase adulta, com 21 dias de período larval. As larvas são ápodas, com cabeça castanha e o corpo de coloração esbranquiçada (Figura 9.7c). O adulto é um pequeno besouro (2-3 mm de comprimento) (Figura 9.7d). Ataca gemas e afilhos, enfraquecendo ou mesmo levando à morte plantas pequenas.

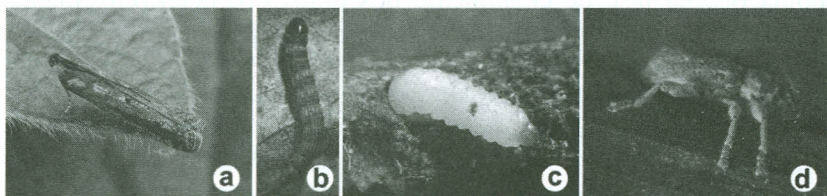


Figura 9.7 - Broca-do-colo, *Elasmopalpus lignosellus* - a) macho; b) larva; broca-do-azevém, *Listronotus bonariensis*; c) larva; e d) adulto.

Fonte: Pereira, P.R.V.S.

A broca-da-cana pode atacar a cultura de trigo, porém, normalmente, não causa danos de natureza econômica. A lagarta recém-eclodida penetra no colmo, broqueando-o à medida que se desenvolve, causa morte da espiga, com o típico sintoma de espiga-branca. Ocorre apenas esporadicamente e com baixa intensidade, sendo mais comum em lavouras de trigo próximas a outras culturas hospedeiras, como milho e cana-de-açúcar.

Manejo Integrado das Pragas-Chave

O significativo contingente de inimigos naturais (predadores, parasitoides e entomopatógenos) que se alimentam ou usam os insetos como substrato, cumpre um papel fundamental no controle das populações de pragas de trigo, evitando que ocorram em níveis de controle, surtos anuais ou de forma generalizada, nas áreas tritícolas. Dessa forma, o “emprego” do controle biológico natural como uma das táticas de Manejo Integrado de Pragas (MIP), é uma alternativa concreta e economicamente importante. No manejo das pragas-chave de trigo os inimigos naturais devem ser preservados e o controle químico deve ser utilizado apenas quando necessário e de forma bastante criteriosa.

O inseto só é considerado praga quando em curto espaço de tempo atinge nível populacional capaz de causar dano econômico a uma determinada cultura. Os insetos que com maior frequência atingem essa condição na cultura do trigo a campo são os afídeos, a lagarta-do-trigo, a lagarta-do-cartucho-do-milho, o coró-das-pastagens, o coró-do-trigo e o percevejo-barriga-verde. Para este último, apesar de sua importância econômica, especialmente no estado do Paraná, ainda não há recomendações quanto ao nível populacional no qual deve ser feito o controle, nem quanto ao método de amostragem. O percevejo-barriga-verde pode ser controlado pela aplicação de inseticida em pulverização ou via tratamento de sementes de trigo com inseticidas sistêmicos.

Para controle químico das pragas de trigo devem ser utilizados apenas produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Recomenda-se que, preferentemente, sejam empregados produtos referendados pela Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale e que, entre estes, sejam preferidos os que têm menor efeito tóxico sobre os inimigos naturais das pragas, outros animais não visados e para o homem.

Também é necessário considerar que, por força de fatores climáticos e da ação de inimigos naturais (predadores, parasitoides e entomopatógenos), as pragas-chave da cultura de trigo flutuam naturalmente dentro da estação de cultivo ou mesmo de um ano para outro. Este fato dá sustentação ao MIP no sentido de racionalizar o controle químico.

Corós

De modo geral, quanto maior a população de corós-praga, maior é o potencial de danos e maior a dificuldade de controle. Densidades superiores ao nível de ação ou nível de controle, cinco corós/m², conforme mostrado na Figura 9.8, implicam no emprego de maiores doses de inseticidas, diminuindo a probabilidade de sucesso e de retorno econômico para a prática de controle. Eventualmente, o controle pode ser aplicado apenas nas manchas de ataque (reboleiras).

Por se tratarem de insetos de ciclo longo, para o manejo dos corós, é fundamental que seja feito o monitoramento periódico das áreas, tanto no inverno como no verão, visando constatar o início e a evolução das infestações e identificar e quantificar as espécies. O monitoramento deve ser feito ao longo de todo o ano, antes da semeadura, durante o desenvolvimento das plantas e após a colheita das culturas, por meio da observação da ocorrência de sintomas em plantas (morte de plântulas ou de afilhos, desenvolvimento reduzido), da ocorrência de perdas na produtividade e da abertura de trincheiras.

As populações de corós flutuam naturalmente em função de inimigos naturais (entomopatógenos e agentes entomófagos) e de condições ambientais (clima, alimento, etc.) desfavoráveis à sobrevivência de ovos, larvas, pupas e adultos. Microrganismos causadores de doenças (fungos, bactérias, etc.) constituem um dos mecanismos mais importantes de controle biológico natural de corós no sul do país.

No caso específico de *Diloboderus abderus*, que requer restos culturais para cumprir, normalmente, seu ciclo biológico, culturas de inverno que proporcionam pouca disponibilidade de palha no período de oviposição do inseto (verão) desfavorecem o estabelecimento ou crescimento populacional dessa praga na área, em longo prazo. Assim, o sistema onde se cultivam leguminosas (ervilhaca, tremço etc.) ou crucíferas (colza) no inverno e milho no verão, é menos adequado para o desenvolvimento de *Diloboderus abderus* do que a sucessão aveia preta/soja. No caso de *Phyllophaga triticephaga*, em decorrência do ciclo biológico de dois anos, o uso da área pode ser planejado para minimizar danos, como produzir grãos com menor risco e palha, pasto, adubo verde etc., no ano mais sujeito ao ataque de corós.

O preparo convencional do solo, com aração e gradagens, durante muito tempo, foi tido como um dos principais métodos de controle de pragas de solo, porém é prática incompatível com o plantio direto. O fato de os corós serem polípagos limita o uso da rotação de culturas como método de controle. Certas culturas, porém, como a aveia-preta, são menos danificadas e se cultivadas sem expectativa de retorno financeiro direto (plantio para proteção de solo contra a erosão, produção de palha, alimentação animal, melhoria de solo etc.), toleram maior nível populacional de corós. Pela eficiência e pela facilidade de aplicação, o tratamento de sementes com inseticidas é o método de controle químico mais indicado para controle de corós em cereais de inverno. Entretanto, além da escolha do inseticida e da dose adequada, o tratamento de sementes pode não proporcionar o resultado esperado se aplicado isoladamente, fora do contexto de MIP. Por outro lado, a viabilidade econômica do tratamento de sementes depende do potencial de produtividade da lavoura. Assim, o tratamento de sementes com inseticidas para controle de corós deve ser aplicado integrado com as demais práticas do MIP, em especial com a realização de monitoramento e amostragens para identificação das espécies e determinação da densidade de infestação (nível de ação ou de controle).

Afídeos

O manejo integrado dos afídeos do trigo, no extremo sul do Brasil, fundamentado no controle biológico e no uso criterioso do controle químico, é um dos exemplos mais expressivos de sucesso em culturas não perenes.

O resultado do programa de controle biológico iniciado na década de 1970 pela Embrapa Trigo, que, até 1992, produziu e liberou cerca de 20 milhões de parasitoides, principalmente das famílias Braconidae e Aphelinidae, visando ao controle das principais espécies de afídeos-pragas do trigo na época (*M. dirhodum*, *S. graminum* e *S. avenae*), superou todas as expectativas. Certas espécies de parasitoides introduzidos adaptaram-se e passaram a se reproduzir no novo ambiente, alterando a situação de desequilíbrio caracterizada pelos constantes surtos de afídeos. Esta situação persiste até hoje, mas, pelo caráter dinâmico do controle natural, o uso de inseticidas não foi totalmente abolido, sendo usado como medida emergencial e não mais generalizada como era na fase anterior à introdução dos inimigos naturais dos afídeos.

Os afídeos podem ser controlados com inseticidas diluídos em água e aplicados via pulverização da parte aérea das plantas. O tratamento de sementes com inseticidas apropriados também é tecnicamente viável e apresenta bons resultados no controle do complexo afídeos/BYDV nas fases iniciais de desenvolvimento da cultura.

Como critério para a tomada de decisão na aplicação de inseticidas para o controle de afídeos, em pulverização da parte aérea do trigo, recomenda-se utilizar os parâmetros e critérios apresentados na Figura 9.8. O nível de infestação deve ser avaliado por inspeções semanais da lavoura, amostrando-se aleatoriamente locais na bordadura e no interior das lavouras, que proporcionem um resultado médio representativo da densidade de pulgões.

Lagartas desfolhadoras

As lagartas que atacam o trigo possuem um número apreciável de inimigos naturais, predadores, parasitoides e patógenos, e que impedem que surtos de lagartas ocorram todos os anos e de forma generalizada. No manejo das lagartas do trigo, devem-se procurar preservar os inimigos naturais e usar o controle químico apenas quando necessário, de forma bastante criteriosa, conforme apresentado na Figura 9.8.

O monitoramento das lagartas com o objetivo de avaliar a densidade populacional e identificar a necessidade de controle artificial deve ser feito por amostragens semanais. Deve-se contar o número de lagartas grandes, médias (2,0 a 3,0 cm de comprimento) e pequenas, vasculhando-se cuidadosamente o solo (sob torrões e restos vegetais, fendas etc.) e as plantas. No caso de *Spodoptera frugiperda*, o monitoramento deve começar logo após a emergência das plantas e a aplicação de inseticida tem melhor resultado quando feita no início das infestações, com lagartas de pequeno tamanho. Já para *Pseudaletia* spp., o monitoramento deve ser intensificado a partir do espigamento e, além do número de lagartas, deve ser avaliado o grau de redução da área da folha bandeira, cuja integridade até o enchimento dos grãos é fundamental para o máximo rendimento da cultura.

Uma vez constatada a necessidade de controle, a preferência deve ser dada a inseticidas específicos para preservar os organismos não visados, e com período de carência compatível com a situação, especialmente no caso de *Pseudaletia* spp., cuja ocorrência pode ser próxima à colheita. Os inseticidas devem ser aplicados em pulverização da parte aérea das plantas

e, sempre que possível, apenas nos focos de infestação. A princípio, tendo em vista o alto potencial de danos que as lagartas apresentam, seja por atacarem plântulas (*Spodoptera frugiperda*) ou por atacarem espigas (*Pseudaletia* spp.), a aplicação de lagartocidas não deve ser deixada para quando as lagartas já estão em seu tamanho máximo. O tamanho delas também deve ser considerado em relação à do inseticida a ser escolhido. Quando predominam na população lagartas grandes, produtos de ação mais rápida devem ser os preferidos. Inseticidas reguladores de crescimento devem ser usados para lagartas de tamanho pequeno e, ou, médio.

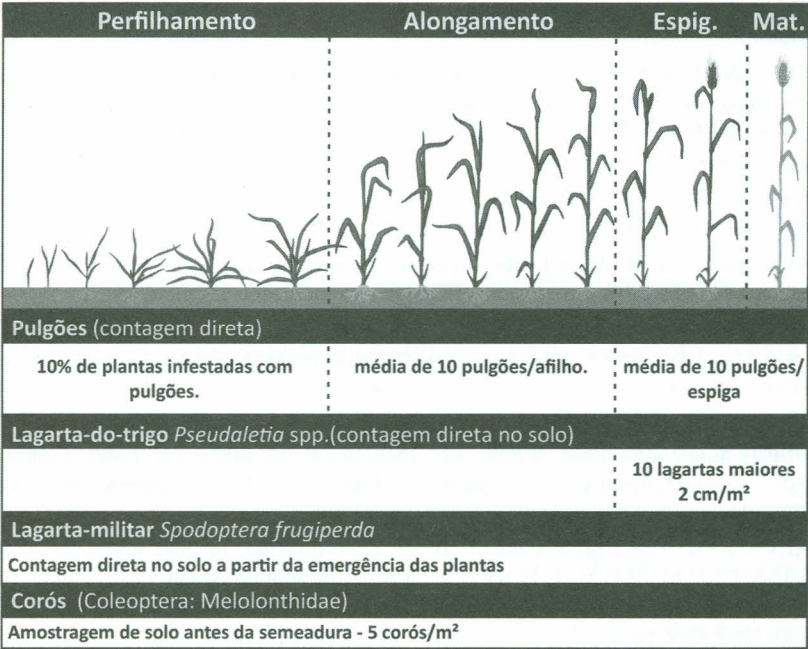


Figura 9.8 - Níveis de ação para as pragas-chave da cultura do trigo, tendo como referência os estádios de desenvolvimento da cultura.

Fonte: Pereira, P.R.V.S.

Referências

GASSEN, D. N. **Insetos associados à cultura do trigo no Brasil**. Passo Fundo, RS: EMBRAPA-CNPT, 1984. 39 p. (EMBRAPA-CNPT – Circular Técnica, 3).

LAU, D.; PEREIRA, P. R. V. da S.; SALVADORI, J. R.; SCHONS, J.; PARIZOTO, G.; MAR, T. B. **Ocorrência do Barley/Cereal yellow dwarf virus e seus vetores em cereais de inverno no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e Mato Grosso do Sul em 2008**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2009. (Comunicado Técnico Online, 256).

PANIZZI, A. R.; CHOCOROSQUI, V. R.; CARDOSO, S. R.; MOURÃO, A. P. M.; OLIVEIRA, E. D. M.; VENTURA, M. U. **Impacto de sistemas de cultivo na abundância e danos de *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) em trigo no Sul do Brasil**. Londrina, PR: Embrapa Soja, 2000. (Resultados de Pesquisa da Embrapa Soja, 1999).

PARIZOTO, G.; REBONATTO, A.; SCHONS, J.; LAU, D. Barley yellow dwarf virus-PAV in Brazil: season alfluctuation and biological characteristics. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, n. 1, p. 11-19, 2013.

PEREIRA, P. R. V. S.; SALVADORI, J. R. **Identificação de adultos ápteros das principais espécies de pulgões (Hemiptera: Aphididae) associadas a cereais de inverno no Brasil**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2005. 8 p. (Embrapa Trigo – Comunicado Técnico, 21).

SALVADORI, J. R. **Coró-do-trigo**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2000. 56 p. (Embrapa Trigo – Documentos, 17).

SALVADORI, J. R. **Manejo de corós em cereais de inverno**. Passo Fundo, RS: Embrapa-CNPT, 1997. 8 p. (Embrapa-CNPT – Comunicado Técnico, 3).

SALVADORI, J. R.; OLIVEIRA, L. J. **Manejo de corós em lavouras sob plantio direto**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2001. 88 p. (Embrapa Trigo – Documentos, 35).

SALVADORI, J. R.; PEREIRA, P. R. V. S. **Manejo integrado de corós em trigo e culturas associadas**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2006. 9 p. html. (Embrapa Trigo – Comunicado Técnico Online, 203). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p_co203.htm>.

SALVADORI, J. R.; SILVA, M. T. B. da. Coró-do-trigo. In: SALVADORI, J. R.; ÁVILA, C. J.; SILVA, M. T. B. da. (Ed.). **Pragas de solo no Brasil**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo; Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz Alta, RS: Fundacep Fecotrig, 2004. p. 211-232.

SALVADORI, J. R. Pragas de trigo no Brasil. In: GUEDES, J. C.; COSTA, I. D. da; CASTIGLIONI, E. (Org.). **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria, RS: UFSM/CCR/DFS, 2000. p. 155-167.

SALVADORI, J. R.; TONET, G. L. **Manejo integrado dos pulgões de trigo**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2001. 52 p. (Embrapa Trigo – Documentos, 34).

SILVA, M. T. B. da; SALVADORI, J. R. Coró-das-pastagens. In: SALVADORI, J. R.; ÁVILA, C. J.; SILVA, M. T. B. da. (Ed.). **Pragas de solo no Brasil**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo; Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz Alta, RS: Fundacep Fecotrig, 2004. p. 191-210.

Erlei Melo Reis¹

Ricardo Trezzi Casa²

Sandra Maria Zoldan³

Beatriz Coelho Germano⁴

A pesquisa dos efeitos de práticas culturais sobre as doenças do trigo, o desenvolvimento de cultivares resistentes aos parasitas biotróficos e o estabelecimento dos limiares de dano econômico para a ferrugem da folha, o oídio, e para as manchas foliares do trigo permitem administrar, com segurança, as indicações para o controle químico das doenças dos órgãos aéreos da cultura. Contudo, ainda há dificuldades quanto à produção do cereal, devido à ocorrência e à severidade de doenças.

Na Região Sul do país (sul do paralelo 24°S), principal região produtora de trigo do país, o clima é muito instável (no ano e entre anos), principalmente em relação à precipitação pluvial e à temperatura. Esta região caracteriza-se pelo excesso hídrico durante o período de desenvolvimento das plantas. A ocorrência de chuvas frequentes

¹ Engenheiro-Agrônomo, M.S., D.S. e Pesquisador da OR Melhoramento de Sementes Ltda – Passo Fundo, RS. E-mail: erlei@orsementes.com.br, a2rtc@cav.udesc.br

² Engenheiro-Agrônomo, M.S., D.S. e Professor do Centro Agroveterinário – UDESC – Lages, SC. E-mail: a2rte@cav.udesc.br, ricardo.casa@udesc.br

³ Engenheira-Agrônoma, M.S., D.S. e Pesquisadora da OR Melhoramento de Sementes Ltda – Passo Fundo, RS. E-mail: sandra@orsementes.com.br

⁴ Engenheira-Agrônoma, M.S., D.S. e Pesquisadora da OR Melhoramento de Sementes Ltda – Passo Fundo, RS. E-mail: beatriz@orsementes.com.br

durante o espigamento, aliada à temperatura alta, contribuindo para o ataque severo de doenças, constitui-se na principal causa da instabilidade das safras. O período de molhamento excessivo e as temperaturas médias acima de 15 °C nos meses de setembro, outubro e novembro satisfazem as condições requeridas ao desenvolvimento de doenças fúngicas parasitárias. Ao norte do paralelo 24°S, a temperatura média é mais elevada, havendo a dominância de défices hídricos de abril a agosto.

Este capítulo objetiva fornecer aos técnicos envolvidos com a produção de trigo subsídios que lhes permitam identificar e manejar com segurança as doenças de importância econômica da cultura.

Conceitos Básicos

(i) Controle. É o emprego de medidas que visam impedir ou diminuir a incidência de doenças de plantas de modo a evitar ou reduzir os prejuízos causados. O controle envolve o conjunto de estratégias para minimizar os danos causados pelas doenças. Quando se decide controlar uma doença, deve-se ter em mente qual a eficácia esperada do controle.

(ii) Controle integrado (CI). Segundo a FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação) (1968), CI “é um sistema de manejo de organismos nocivos que utiliza todas as técnicas e métodos apropriados da maneira mais compatível possível para manter as populações de organismos nocivos em níveis abaixo daqueles que causem injúria econômica”.

(iii) Manejo integrado de doenças (MID). Um ano mais tarde, a NAS (*National Academy of Science*) (1969) dos Estados Unidos apresentou o conceito oficial de MID como a “utilização de todas as técnicas disponíveis dentro de um programa unificado de tal modo a manter a população de organismos nocivos abaixo do Limiar de Dano Econômico (LDE) e a minimizar os efeitos colaterais deletérios ao ambiente”.

O MID satisfaz as exigências técnicas e ecológicas de sustentabilidade da agricultura.

(iv) Dano. Qualquer redução da quantidade e da qualidade na produção agrícola.

(v) Perda. Redução financeira por unidade de área devido ao dano causado por uma doença.

(vi) Incidência da doença. Proporção de indivíduos ou órgãos (folhas, espigas, grãos) em uma amostra de plantas com a presença de sintomas/sinais da doença. Não considera a quantidade de doença no órgão.

(vii) Severidade da doença. Área de um órgão revestida por sintomas e, ou, sinais.

(viii) Inóculo. Qualquer estrutura de fungos potencialmente infectiva. Ex. esporos.

(ix) Fontes de inóculo. Local, ou substrato, onde o inóculo se encontra. Servem de exemplos a semente, os restos culturais, esporos livres no solo e as plantas voluntárias.

(x) Sobrevivência dos fitopatógenos. Os patógenos se utilizam de mecanismos para manter a viabilidade no período da entressafra. A maneira mais segura de garantir sua existência, numa lavoura, é não se separar do hospedeiro, semente, planta viva cultivada ou voluntária e restos culturais. O vírus do nanismo amarelo da cevada sobrevive em plantas reservatórios e nos afídeos vetores e o vírus do mosaico do trigo, em estruturas de dormência do protozoário (*Polymyxa graminis*) vetor no solo.

Quando o trigo não está sendo cultivado, onde estão os fungos e as bactérias? Quais os mecanismos utilizados para se manterem viáveis no período entressafras?

Algumas medidas de controle são aplicadas na eliminação dos parasitas nas fontes de inóculo.

Principais Doenças do Trigo no Brasil

As doenças que ocorrem em trigo são causadas por fungos, bactérias e vírus.

Doenças do sistema radicular

Nomes comuns: Mal-do-pé, ofióbolus ou podridão-negra das raízes (Figura 10.1).

Agente causal: *Gaeümannomyces graminis* var. *tritici* (Sacc.) Arx. & Oliv.



Figura 10.1 - Sintomas do mal-do-pé: reboleiras de plantas mortas em lavoura e de podridão-negra das raízes.

Nome comum: podridão-comum de raízes (Figura 10.2).

Agentes causais: *Cochliobolus sativus* (Ito & Kurib) Drechs. Ex. Dastur (anamorfo - *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem.) e *Gibberella zeae* (Schw.) Petch (anamorfo - *Fusarium graminearum* Schwabe).

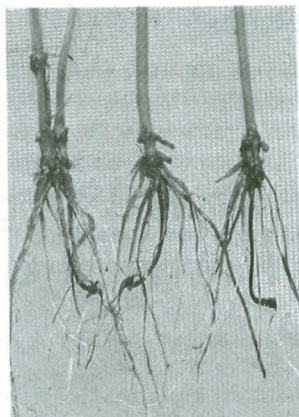


Figura 10.2 - Necrose do entrenó subcoronal causada pela podridão-comum de raízes.

Doenças dos órgãos aéreos

Doenças foliares

Nome comum: Ferrugem da folha do trigo (Figura 10.3).

Agente causal: *Puccinia triticina* Eriks (= *Puccinia recondita* Rob. Ex Desm. f.sp. *tritici*).



Figura 10.3 - Sintomas e sinais da ferrugem da folha do trigo.

Nome comum: oídio ou cinza (Figura 10.4).

Agente causal: *Blumeria* (Sin. *Erysiphe*) *graminis* DC, E.O. Speer f. sp. *tritici* Em. Marchal. [anamorfo *Oidium monilioides* (Ness.) Link.].



Figura 10.4 - Sinais do oídio, em folha de trigo.

Nome comum: Mancha-amarela ou mancha-bronzeada (Figura 10.5).

Agente causal: *Pyrenophora tritici-repentis* (Died) Drechs. (anamorfo - *Drechslera tritici-repentis* (Died) Schoem.)



Figura 10.5 - Sintomas da mancha-amarela em folhas de trigo.

Nomes comuns: Helminthosporiose ou mancha-marrom (Figura 10.6).

Agente causal: *Cochliobolus sativus* (anamorfo - *Bipolaris sorokiniana*).

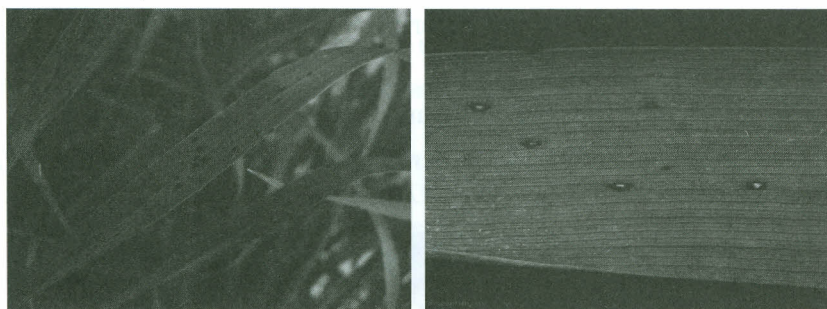


Figura 10.6 - Sintomas foliares da helminthosporiose.

Nomes comuns: Septoriose, mancha da gluma e mancha do nó (Figura 10.7).

Agente causal: *Leptosphaeria nodorum* Müller (anamorfo - *Stagonospora* (sinônimo = *Septoria nodorum* (Berk.) Berk.).

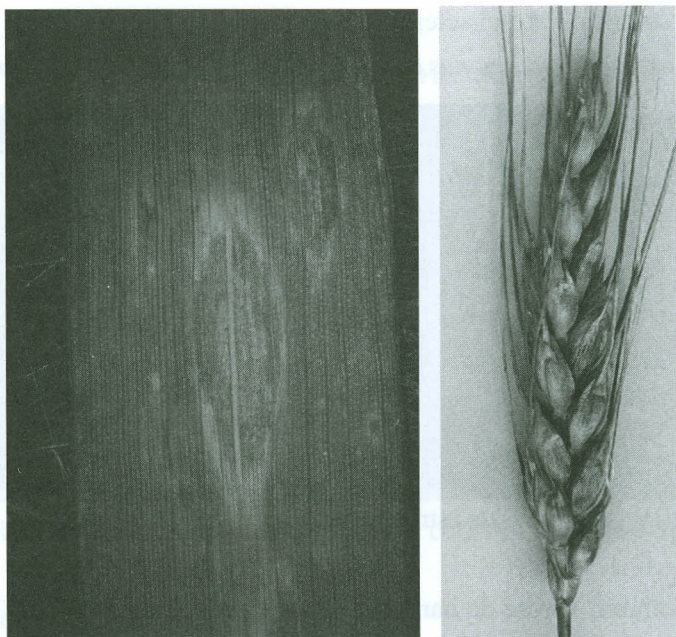


Figura 10.7 - Sintomas da septoriose em folha e glumas de trigo.

Nome comum: Mancha salpicada da folha do trigo (Figura 10.8).

Agente causal: *Mycosphaerella graminicola* (Fuckell) Schroeter (anamorfo - *Septoria tritici* Rob. in Desm.).



Figura 10.8 - Sintomas e sinais da mancha-salpicada da folha do trigo.

Nomes comuns: Estria bacteriana (Figura 10.9).

Agente causal: *Xanthomonas campestris* (Pam.) Dow pv. *undulosa* Hagb.



Figura 10.9 - Sintomas da estria bacteriana em folhas de trigo.

Nome comum: Virose do nanismo amarelo da cevada (VNAC) (Figura 10.10).

Agente causal: *Barley yellow dwarf virus* (BYDV).

Nome comum: virose do nanismo amarelo da cevada (VNAC) (Figura 10.10).

Agente causal: *Barley yellow dwarf virus* (BYDV).



Figura 10.10 - Sintomas da virose do nanismo amarelo da cevada, em folhas e espiga (esquerda).

Nome comum: mosaico (Figura 10.11).

Agente causal: *Soil borne wheat mosaic vírus* (SBWMV).



Figura 10.11 - Sintomas do mosaico, plantas com roseta e estrias foliares.

Doenças da espiga

Nome comum: Giberela, branqueamento das espiguetas (Figura 10.12).

Agente causal: *Gibberella zeae* (Schw.) Petch (anamorfo - *Fusarium graminearum* Schwabe).



Figura 10.12 - Sintomas da giberela, branqueamento das espiguetas de trigo.

Nome comum: Brusone (Figura 10.13).

Agente causal: *Magnaporthe grisea* (Herbert) Yaegashi & Udagawa (anamorfo - *Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc.).

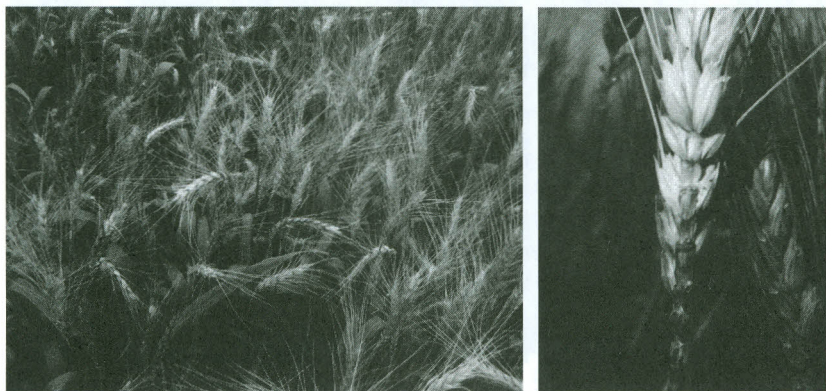


Figura 10.13 - Sintomas da brusone em lavoura e em espiga.

Nome comum: Carvão (Figura 10.14).

Agente causal: *Ustilago tritici* Pers.



Figura 10.14 - Sintoma e sinais do carvão.

Danos Causados pelas Doenças

A necessidade de controle é determinada pela quantidade de uma doença e não apenas por sua presença (ZADOKS; SCHEIN, 1979). O dano depende da intensidade. As doenças ameaçam a sustentabilidade econômica pelos danos que causam.

As moléstias causadas por parasitas biotróficos, como as ferrugens e o oídio, são responsáveis por danos no rendimento de grãos o que implica aumento de esforços no desenvolvimento de cultivares com resistência durável (BARCELLOS et al., 1997). Em trigo, os danos causados pelo oídio podem chegar até 62% (REIS et al, 1996) e os da ferrugem da folha até 63% (REIS et al., 2000).

Por outro lado, para as doenças causadas por necrotróficos, como as manchas foliares (danos de até 42%, as podridões radiculares (danos de 20%), a giberela (REIS et al., 1996), danos de até 26%, PANISSON, 2001) e a brusone (danos de até 50%), ainda não foi possível desenvolver cultivares com resistência/tolerância suficiente para minimizar os danos causados pelos necrotróficos.

A melhor maneira de se expressar os danos causados por doenças foliares é por funções matemáticas da relação entre o rendimento de grãos e a intensidade das doenças (Tabela 10.1). Determinando-se a incidência foliar da doença em qualquer estágio fenológico, pode-se prever o dano futuro.

Tabela 10.1 - Equações lineares de dano para doenças fúngicas da parte aérea do trigo

Doenças	Estádio fenológico ²	Equação	R ²
Ferrugem da Folha	Afilhamento	$R^3 = 1.000 - 5,57 I^4$	0,95
	Elongação	$R = 1.000 - 6,43 I$	0,90
	Emborrachamento	$R = 1.000 - 6,51 I$	0,88
	Florescimento	$R = 1.000 - 5,69 I$	0,89
	Grão leitoso	$R = 1.000 - 6,25 I$	0,93
Ferrugem da Folha (RPA) ¹	Elongação	$R = 1.000 - 3,16 I$	0,71
	Emborrachamento	$R = 1.000 - 3,78 I$	0,77
	Florescimento	$R = 1.000 - 2,15 I$	0,88
	Grão leitoso	$R = 1.000 - 2,82 I$	0,86

Continua...

Tabela 10.1 - Cont.

Doenças	Estádio fenológico ²	Equação	R ²
Oídio	Afilamento	R= 1.000 – 5,49 I	0,72
	Elongação	R= 1.000 – 2,66 I	0,67
	Emborrachamento	R= 1.000 – 3,68 I	0,77
Manchas Foliares	Elongação	R= 1.000 – 7,66 I	0,80
	Espigamento	R= 1.000 – 7,42 I	0,74
	Florescimento	R= 1.000 – 5,39 I	0,88
	Grão leitoso	R= 1.000 – 3,55 I	0,83
Patossistema Múltiplo ⁵	Primeiro nó visível	R= 1.000 – 19,14 I	0,55
	Segundo nó visível	R= 1.000 – 13,1 I	0,72
	Emborrachamento	R= 1.000 – 5,1 I	0,79
	Inflorescência	R= 1.000 – 4,22 I	0,75
	Início da antese	R= 1.000 – 5,9 I	0,58

¹Resistência de planta adulta; ²Zadoks et al. (1974); ³Rendimento (kg/ha); ⁴Incidência foliar; ⁵Oídio, ferrugem e manchas foliares. R = rendimento de grãos normalizado para 1.000 kg/ha e I = incidência foliar.

Medidas de Manejo Integrado

Resistência genética

O uso de variedades resistentes constitui a medida preferencial de controle dos parasitas biotróficos, como ferrugens, oídio e virose do mosaico. A dificuldade é que a resistência não é durável, sendo “quebrada” pelo surgimento de novas raças dos parasitas (BARCELLOS et al., 1997).

A ferrugem do colmo tem sido eficientemente controlada pela resistência genética. Os genes de resistência utilizados têm sido eficientes e a quebra de resistência não é frequente.

Na safra 2009, em Uganda (África), houve a quebra da resistência de cultivares de trigo até então resistentes à ferrugem do colmo. Essa nova raça, denominada UG 99, venceu todos os genes de resistência conhecidos. A ferrugem do colmo estava sob controle há mais de 20 anos, por isso o trigo está novamente ameaçado por essa doença que causou perdas na produção do trigo durante muitos anos.

Em relação à ferrugem da folha já foram detectadas, no Brasil, 55 raças. Uma a duas raças novas têm surgido em cada safra de trigo. Os cultivares de trigo, em geral, deixam de ser cultivados pelos produtores devido à suscetibilidade à ferrugem da folha. A quebra de resistência seguida à criação de um novo cultivar resistente constitui um ciclo vicioso (Figura 10.15).



Figura 10.15 - Ciclo vicioso de criação de cultivares com genes de resistência vertical à *Puccinia triticina*, quebra da resistência e abandono do cultivar.

Em relação ao oídio, praticamente o mesmo raciocínio pode ser seguido, donde se conclui que a frequente quebra da resistência pode levar ao abandono dos cultivares suscetíveis. Quanto ao mosaico comum, transmitido por fungo de solo, a resistência é considerada estável, e cultivares resistentes estão à disposição dos produtores (REUNIÃO, 2013).

Pouco progresso no desenvolvimento de cultivares resistentes tem sido obtido para as podridões radiculares, manchas foliares, giberela e brusone. Também não estão disponíveis cultivares com resistência à bacteriose e à VNAC.

Rotação de culturas

A rotação elimina ou reduz o inóculo das manchas foliares do trigo e de fungos que causam podridões radiculares, presentes nos restos culturais.

A rotação de culturas consiste na alternância de cultivo de espécies vegetais não suscetíveis aos patógenos do trigo, num mesmo local da lavoura, na mesma estação de cultivo, de tal maneira que os restos culturais do cultivo anterior foram completamente eliminados biologicamente e, conseqüentemente, o trigo não é cultivado sobre seus restos culturais. Nessa situação, a palha foi eliminada pela ação decompositora dos microrganismos do solo, que foram biologicamente degradados de tal maneira que o inóculo foi também eliminado ou mantido abaixo do limiar numérico de infecção. Os patógenos controláveis pela rotação não produzem estruturas de repouso, ou dormência, como clamidósporos e escleródios. Contrariamente, a monocultura consiste no cultivo da mesma espécie vegetal, no mesmo local da lavoura, onde estão presentes seus próprios restos culturais. A presença dos restos culturais indica a presença do inóculo na lavoura e o inverso é verdadeiro.

Normalmente, a presença dos restos culturais na lavoura indica a presença de agentes causais de manchas foliares (Figura 10.16). Contudo, a infecção de sementes representa o mecanismo de sobrevivência mais eficiente, pois não há a separação do patógeno da fonte nutricional. Assim, o triângulo dos fatores determinantes de doenças parasitárias é mantido e fica garantida indefinidamente a união do parasita à sua fonte nutricional.

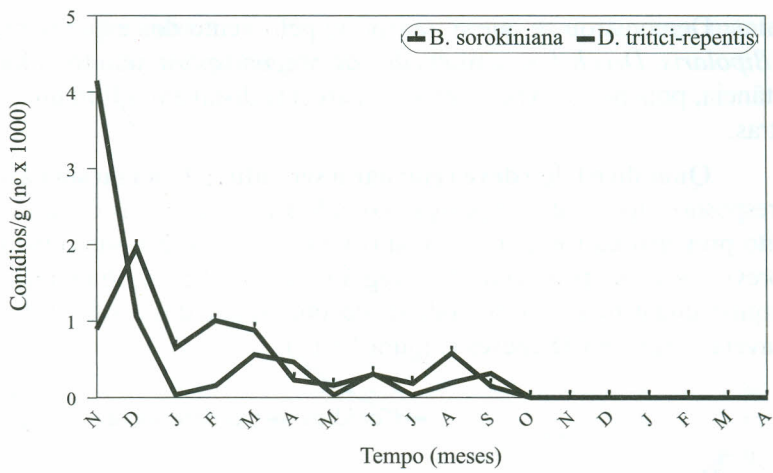


Figura 10.16 - Densidade de conídios de *Bipolaris sorokiniana* e de *Drechslera tritici-repentis* em restos culturais do de trigo.

Fonte: REIS et al., 1997.

Culturas para integrar um sistema de rotação de culturas com o trigo são aveias (brancas e negra), nabo forrageiro, canola e leguminosas (espécies não suscetíveis aos patógenos alvo do controle).

As manchas foliares também são eficientemente controláveis pela rotação de culturas (Tabela 10.2).

Tabela 10.2 - Efeito da rotação de culturas e do manejo do solo na severidade de manchas foliares do trigo

	PD	CM	AD	AA	Média
Monocultura	7,0 Aa	3,1 Ba	0,8 Ca	1,0 Ca	3,0 a
Rotação: 1 ano	0,6 Ab	0,4 Ab	0,6 Aa	0,3 Aa	0,5 b
Rotação: 2 anos	0,8 Ab	0,4 Ab	0,6 Aa	0,6 Aa	0,6 b
Média	2,8 A	1,3 B	0,7 B	0,6 B	

C.V. (%) = 30,8. Letras minúsculas comparam médias nas colunas e maiúsculas nas linhas.
PD = plantio direto; Acm = cultivo mínimo; AD = arado de discos; AA = arado de aivecas.

Fonte: REIS et al., 1992.

Demonstrou-se que o transporte pelo vento dos esporos secos de *Bipolaris*, *Drechslera* e molhados de *Stagonospora*, não foi à longa distância, pois nesse experimento as parcelas distavam 3,0 m uma das outras.

Quando o trigo deve retornar a ser cultivado na mesma área?

A resposta é após a decomposição completa de seus restos culturais. O efeito principal da rotação de culturas relaciona-se a fase saprofítica de sobrevivência do patógeno. Na Região Sul do Brasil, trabalhos de pesquisa quantificaram o período de decomposição dos restos culturais de aveia e trigo em 18 meses (Figura 10.17).

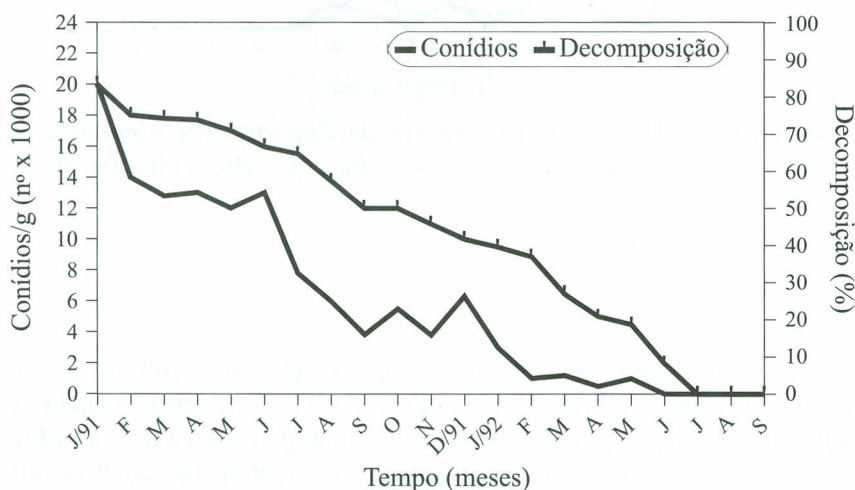


Figura 10.17 - Tempo requerido para a decomposição dos resíduos culturais do trigo e esporulação de *Bipolaris sorokiniana*, no campo.

Fonte: REIS et al., 1998.

Os princípios de controle de doenças pela rotação de culturas baseiam-se na supressão do hospedeiro (substrato nutricional) e no desenvolvimento da supressividade do solo, expondo os fungos a alta competição com a microbiota natural do solo.

O fungo *B. sorokiniana* pode sobreviver, além de sua associação com sementes e com os restos culturais, também como

conídios dormentes, livres no solo. Nesse caso, podem manter a viabilidade por até 35 meses (Figura 10.18).

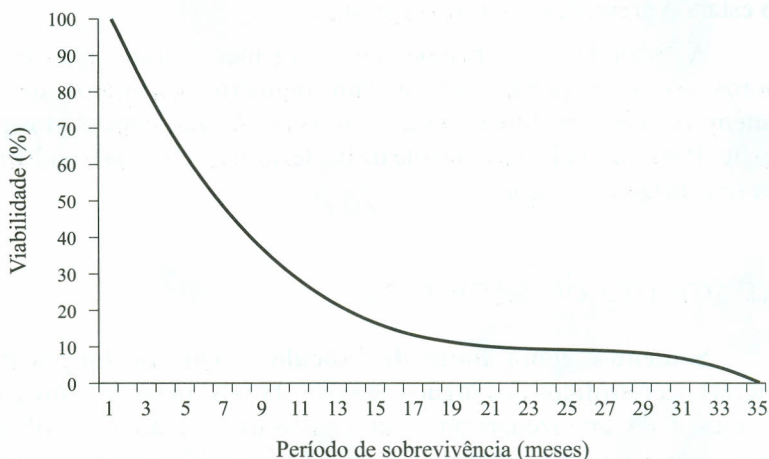


Figura 10.18 - Longevidade de conídios de *Bipolaris sorokiniana* livres no solo.

Fonte: REIS, 1989.

A rotação de culturas é também medida eficiente para o controle de podridões radiculares em trigo, principalmente do mal-do-pé (Tabela 10.3).

Tabela 10.3 - Efeito da rotação de culturas na intensidade do mal-do-pé e no rendimento de grãos do trigo

Tratamentos	Intervalo (inverno)	ID (%)	Rendimento (Kg/ha)
Trigo/trigo	0	92 a	377 c
Trigo/tremoço	1	67 b	1.045 b
Trigo/aveia/linho	2	19 c	2.184 a
Trigo/tremoço/canola	2	16 cd	2.320 a
Trigo/pousio/tremoço	2	7 d	2.117 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna são semelhantes pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: REIS et al., 1983.

A rotação de culturas não controla a ferrugem da folha, o oídio e a VNAC, porque seus agentes causais não apresentam fase saprofítica, não estando presentes nos restos culturais.

A giberela e a brusone, cujos agentes causais apresentam esporos secos, pequenos, apresentam inúmeros substratos que os mantêm na fase saprofítica, em que também não são controlados pela rotação. Por outro lado, há controle da bacteriose ao eliminar o substrato para seu abrigo e nutrição.

Tratamento de sementes

Sementes como fonte de inóculo. Todos os fungos e as bactérias necrotróficos dos órgãos aéreos sobrevivem na semente por 6 a 7 meses de armazenamento, na entressafra, e, após a colheita, permanecem nos restos culturais por até 18 meses. O inóculo de fungos e bactéria associado às sementes é fundamental na continuidade do ciclo de vida dos fitopatógenos necrotróficos dos órgãos aéreos.

Patologia de sementes. Os fungos fitopatogênicos necrotróficos associados às sementes de trigo são, coincidentemente, os mesmos que causam as manchas foliares, a brusone e a giberela: *Bipolaris sorokiniana*, *Drechslera tritici-repentis*, *D. siccanis*, *Fusarium graminearum*, *Pyricularia grisea* e *Stagonospora nodorum*. Os fungos *B. sorokiniana* e *F. graminearum* estão associados também à podridão-comum de raízes. Pode também estar infectando a semente, como micélio dormente no embrião, o fungo biotrófico *Ustilago tritici*, agente causal do carvão da espiga.

O ciclo vicioso. No cultivo do trigo ocorre um ciclo vicioso das manchas foliares: plantio de semente infectada - transmissão semente plântula - ciclos secundários - aumento do número de lesões atingindo todas as folhas - alcance da espiga pelo patógeno - presença de lesões em glumas - infecção de grãos em formação - e, finalmente, colheita e armazenamento da semente infectada (Figura 10.19).

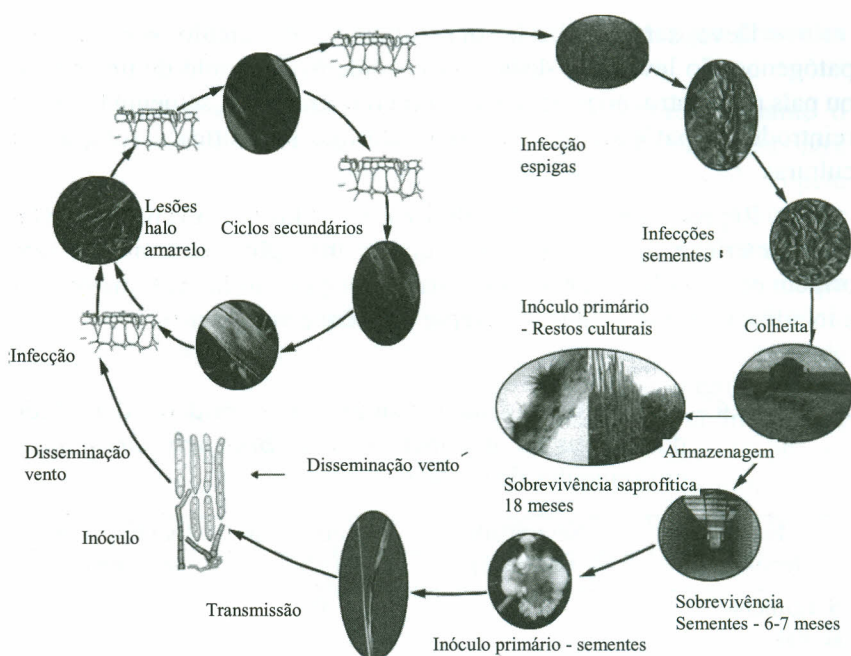


Figura 10.19 - Ciclo (vicioso) da mancha-amarela da folha do trigo, causada por *Drechslera tritici-repentis*.

Os patógenos que causam manchas foliares (helmintosporiose, mancha-amarela e septoriose) em trigo estão sempre associados a sementes. Outra coincidência é que, onde se cultiva o trigo, as manchas foliares estão sempre presentes (Figura 10.19). Seria o vento o responsável pelo transporte do inóculo, a quilômetros de distância, ou seria o caso da transmissão eficiente do patógeno da semente para as plântulas ou do tratamento ineficiente de sementes?

Pela associação com a semente, os patógenos sempre acompanham os hospedeiros, deles não se separando, pois dependem nutricionalmente da planta cultivada para sua sobrevivência. Numa lavoura ocorre processo cíclico, indefinido quanto à duração, da infecção da semente durante a sua formação na lavoura e a posterior transmissão dos patógenos aos órgãos aéreos e radiculares do hospedeiro (Figura 10.19). Nessa ocasião, reinicia-se a fase parasitária, que causa danos à planta, reduzindo a produção.

Deve ser enfatizado que, através do veículo semente, os patógenos são levados a distâncias consideráveis, como de um estado ou país para outro, no processo de comercialização. A semente também reintroduz o patógeno nas lavouras em que se pratica a rotação de culturas.

Reproduzem-se, na Tabela 10.4, os dados de Stevenson (1981). Foi numericamente comprovado que a infecção de sementes tem origem no inóculo foliar. Quanto mais doença na folhagem, maior será a incidência nas sementes; o inverso também é verdadeiro.

Tabela 10.4 - Relação entre estágio fenológico, severidade, densidade de esporos no ar e incidência de *Bipolaris sorokiniana* em sementes de cevada

Estádio fenológico	Severidade foliar (%)	Esporos no ar (nº)	Incidência em semente (%)
Surgimento aristas	0	0	0
Espigamento	0	1	0
Floração da base da espiga	5	19	0
Grão aquoso	45	32	10
Grão leitoso	74	80	20
Grão massa mole	98	568	50
Grão duro	99	208	77
Ponto de colheita	100	376	90

Fonte: STEVENSON, 1981.

Estado sanitário das sementes comercializadas. Muitos levantamentos da ocorrência de fungos patogênicos veiculados pela semente de trigo tem sido feitos, publicados, e todos mostram o mesmo cenário. Da análise desses dados, pode-se concluir que não existem lotes de sementes de trigo sem a infecção desses fungos (zero de incidência). Consequentemente, as manchas foliares estão sempre presentes, mesmo nas lavouras produtoras de sementes.

Os valores da incidência em sementes e os fungos presentes oscilam e alternam-se entre safras e entre locais.

O processo de transmissão semente-plântula. Durante o processo de germinação da semente, o micélio do fungo que se encontra no interior dela reassume também o seu crescimento, estimulado pela água do solo, que é responsável pela hidratação da semente. O micélio passa a crescer do interior à superfície da semente. Ao crescer sobre a semente o fungo alcança o coleóptilo e a coleorriza. Na presença da água e da luz ocorre a esporulação na extremidade dos coleóptilos, liberando inóculo que pode ser disseminado pelo vento, respingos de chuva, para folhas da própria planta ou para as vizinhas (Figura 10.20). O micélio do fungo pode também atacar a plúmula ainda no interior do coleóptilo que, ao emergir, evidencia os sintomas (Figura 10.20). O fungo pode ainda passar do coleóptilo à bainha da primeira folha, onde causará a infecção, podendo levar à morte prematura das folhas basais. Nesse caso, os tecidos mortos tornam-se importante fonte de inóculo para os ciclos secundários da doença.

A eficiência da transmissão de *B. sorokiniana* das sementes de trigo para os órgãos aéreos pode chegar a 87% (FORCELINI, 1992) (Tabela 10.5). Os sintomas e sinais da transmissão são evidentes nas extremidades de coleóptilos e em lesões na plúmula durante a emergência do trigo (Figura 10.20).

Tabela 10.5 - Eficiência da transmissão^z de fungos patogênicos associados às sementes, para coleóptilos de trigo

Patógeno	Eficiência (%)	Autor
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	71	Forcelini, 1992
	87	Reis e Forcelini, 1993
<i>Drechslera tritici-repentis</i>	38	Reis e Forcelini, 1994
	60	Schilder e Bergstrom, 1995
<i>Stagonospora nodorum</i>	34	Prestes, 1986
<i>Pyricularia grisea</i>	33	Menten e Moraes, 1988
	47	Goulart e Paiva, 1990

(^z) De 100 sementes infectadas, 33 a 87% dos coleóptilos levaram os fungos da semente no interior do solo para os órgãos aéreos, tecidos preferenciais ao parasitismo.

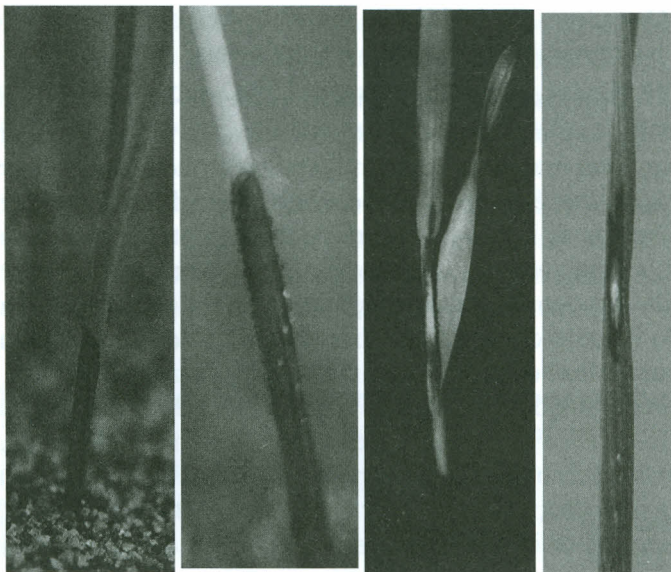


Figura 10.20 - Ilustração dos processos de transmissão de *Bipolaris sorokiniana* de sementes via coleóptilos e via plúmulas do trigo.

Fonte: Cortesia Syngenta Paraguai.

Objetivo do tratamento de sementes. O principal objetivo do tratamento de semente é eliminar os fungos, anteriormente citados, dessa fonte de inóculo, evitando o seu retorno para os órgãos aéreos no processo de transmissão (Figura 10.20).

Dificuldades de controle. O controle e principalmente a erradicação de fungos associados às sementes visando à erradicação não são tarefas fáceis. A eficácia de controle inferior a 100% não é suficiente e tem levado a retardar o avanço no desenvolvimento de tecnologia na busca de processos erradicantes. Sementes infectadas semeadas sem tratamento eficiente com fungicidas, ou aquelas com tratamento ineficaz, não cortam o ciclo de vida do parasita.

Tem sido claramente demonstrado que as sementes infectadas introduzem na lavoura os fungos agentes causais de manchas foliares e da podridão-comum de raízes. Por isso, a eficiência do tratamento deve ser tal que leve à erradicação dos fungos patogênicos associados às

sementes (controle de 100%). A eficiência está relacionada com os valores da incidência dos fungos em sementes (quanto menor, maior a eficiência), com a potência do fungicida (nem todos tem a mesma fungitoxicidade), com sua dose e com a qualidade da cobertura da semente pelo fungicida em sua formulação comercial (REIS; CASA, 1998).

Importância epidemiológica da semente infectada. É comum, para um técnico observador atento, detectar a ocorrência de manchas foliares nos primeiros estádios de desenvolvimento (plúmula expandida) do trigo, mesmo em lavoura com rotação de culturas (Figura 10.20).

Exemplo de uma amostra de sementes com 30% de incidência de *B. sorokiniana*. Essa semente foi tratada com fungicida, com eficiência do controle de 80%. Considerando taxa de transmissão 70% (Tabela 10.2) e densidade de semeadura 320 plantas/m², resulta na emergência de 13,44 coleóptilos infectados/m². Cada coleóptilo infectado pode produzir, na quarta semana após a emergência, 3.268 conídios ou 43.922 conídios/m². Segundo Barba et al. (2003), a eficiência da infecção de *B. sorokiniana* requer de 50 a 90 conídios para originar uma lesão. Pelo cálculo anterior, resultarão de 488 - 878 lesões/m² nas plântulas da lavoura recém-emergida.

Com ambiente favorável à esporulação, a disseminação pelo vento para as folhas da mesma planta e para as plantas vizinhas, bem como infecção bem-sucedida resultam numa epidemia logo após a emergência da cultura.

Em trigo, não se trata a semente com fungicidas para garantir a emergência de plântulas, como ocorre em milho, soja, feijão etc.

Embora tenha sido especulado, não tem sido claramente demonstrado que o tratamento de sementes de trigo com fungicidas sistêmicos possa proteger as folhas das plântulas da infecção dos fungos que causam manchas foliares. Na realidade, o que ocorre é que o tratamento, sendo eficiente, impede a transmissão ou passagem dos fungos para as raízes e órgãos aéreos. Não havendo inóculo primário, não ocorrem ciclos secundários e, em decorrência, o desenvolvimento da doença nos órgãos aéreos.

Qual a importância da análise sanitária da semente e sua relação com o seu tratamento com fungicidas? O teste sanitário fornece dados

sobre as espécies de fungos presentes e suas incidências. Essas informações fornecem subsídios para a decisão quanto à aplicação de fungicidas em sementes, sobre o fungicida a ser usado em função de sua especificidade e se o tratamento exige a mistura de produtos para ampliar o espectro de ação.

Espécies de fungos e especificidade dos fungicidas. O primeiro passo na tomada de decisão de tratar a semente consiste em se encaminhar amostra para análise sanitária da semente em laboratórios credenciados para conhecer as espécies de fungos presentes e sua incidência.

Os fungicidas mais eficientes, no momento, apresentam especificidade a gênero ou às famílias de fungos. Por exemplo, o fungicida mais eficiente para o controle de *Alternaria* spp., *B. sorokiniana*, *D. tritici-repentis* e *D. siccans* (Família Dematiaceae) é a iprodiona. O mais eficiente para o controle de *F. graminearum* é o carbendazim. No entanto, os benzimidazóis não apresentam fungitoxicidade a *Alternaria* spp, a *B. sorokiniana*, a *D. tritici-repentis* e a *D. siccans*. O fungicida iprodiona não apresenta toxicidade a *F. graminearum* e a *S. nodorum*.

Como o tratamento de sementes visa à erradicação, quanto menor a incidência de um dado fungo na semente maior é a possibilidade de ser eliminado. Disso decorre a importância do teste sanitário. Portanto, na produção de sementes devem-se tomar medidas que visem à sua produção com a menor incidência de fitopatógenos. Infelizmente, ainda não se tem detectado amostras de semente de trigo, produzidas em lavouras, livres de patógenos necrotróficos de órgãos aéreos.

Critério para o controle de *Bipolaris sorokiniana*, *Drechslera tritici-repentis* e *D. siccans*. O controle desses fungos com eficácia de 100% é difícil de ser alcançado. Por isso, sempre que forem detectados nos testes de sanidade, independentemente da incidência, deve-se proceder ao tratamento de semente. Lembra-se que a eficácia é maior quanto menor for a incidência. Por isso, utilize a iprodiona ou o difenoconazol (para *D. siccans*) na dose de 50 g de i.a. do primeiro e de 30 g de i.a. do segundo para 100 kg de sementes (REIS, 2013).

Critério para o controle de *Stagonospora nodorum*. Embora esse fungo tenha sido responsável por epidemias, é dificilmente

detectado nos testes sanitários de sementes. Este patógeno pode ser controlado facilmente pelos benzimidazóis, porém não é controlado pela iprodiona e não se tem informação da eficácia do difenoconazol e do triadimenol. Por isso, não se deve utilizar a iprodiona isoladamente em tratamento de sementes de trigo ou cevada. Uma opção visando ao controle de *S. nodorum* seria a mistura da iprodiona com o tiram ou com o carbendazim (REIS, 2013).

Critério para o controle de *Fusarium graminearum*. O fungo *F. graminearum* presente na semente não é fonte de inóculo para a giberela, mas sim para a podridão-comum de raízes. Sua incidência tem aumentado nas últimas safras e isso pode ser atribuído ao sistema de plantio direto. O aumento da severidade da giberela em espigas de trigo determina um aumento de sua incidência em sementes. Deduz-se que, por essas razões, devem-se aumentar a incidência e a severidade da podridão-comum de raízes.

A transmissão das sementes para as coroas das plantas de trigo pode ser de até 49,8%. A semente deve ser tratada com 50 g de i.a./100 kg de sementes com um fungicida benzimidazol, como o carbendazim, que reduz a transmissão (REIS, 2013).

Veículos de cobertura x eficácia do tratamento. A cobertura completa da superfície da semente de trigo com fungicida é uma tarefa difícil. A eficácia do tratamento depende da qualidade da cobertura. Cobertura deficiente compromete a eficácia do tratamento (Figura 10.21).

Quando são usadas formulações líquidas de fungicidas, a eficácia é maior do que se forem utilizadas formulações de pó seco. Quando se agrega ao fungicida, na proporção de 2,0 L de água para 100 kg de sementes, obtêm-se os melhores controles. Porém, a semente tratada poderá ter a germinação reduzida, pois essa quantidade pode despertar embrião e iniciar o processo de germinação. Quando se prepara a calda com água, deve-se usar no máximo 1,0 L de calda para 100 kg de sementes. Uma solução seria o uso de veículos não aquosos. A substância mais promissora tem sido o propilenoglicol (PEG) na dose de 1,0 L para 100 kg de sementes.

Muitos técnicos envolvidos com a produção de sementes têm tentativamente utilizado substâncias espalhantes, como veículo de fungicidas em sementes, porém sem o respaldo de trabalhos científicos.

Recentemente têm sido testados polímeros (corantes www.laborsan.com.br) que têm ação fungicida moderada e potencial para melhorar a distribuição do fungicida sobre a superfície da semente. Esta associação aumenta a eficiência do controle.

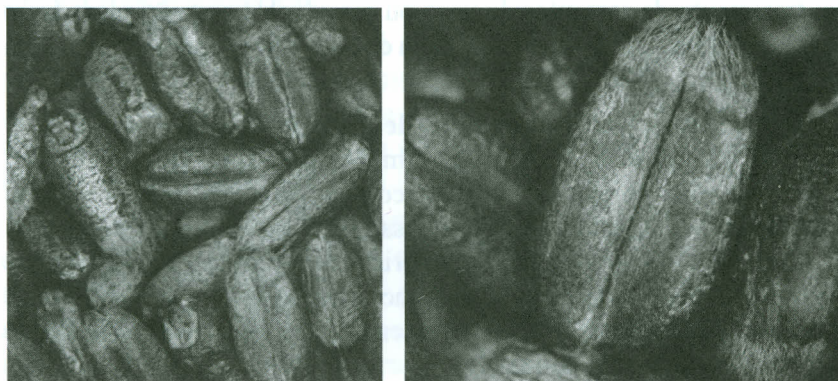


Figura 10.21 - Cobertura deficiente da superfície da semente de trigo, principalmente na linha de sutura do grão.

Tratamento de sementes e melhora do poder germinativo.

Em alguns casos, quando um lote de sementes apresenta baixa germinação, porém próximo do padrão (90%), procura-se, via tratamento com fungicida, melhorar esse atributo. Às vezes, o tratamento pode reverter essa situação. Nesse caso, o produto que melhor desempenha essa tarefa é o tiram.

Considerações sobre o tratamento de sementes

O tratamento de sementes não deve ser empregado como medida de controle isolada, mas fazer parte de um conjunto de práticas na luta contra os fitopatógenos. Por exemplo, o tratamento de sementes visando evitar a transmissão de fungos patogênicos, agentes causais de manchas foliares, das sementes para os órgãos aéreos, terá pouco ou nenhum efeito em lavouras conduzidas em monocultura de trigo. Nesse caso, a fonte de inóculo, os restos culturais, anula o efeito do tratamento de sementes.

O maior impacto no controle de manchas foliares em trigo é obtido pela associação do tratamento de sementes com fungicidas e

doses eficientes e com a rotação de culturas (REIS, et al., 1997; REIS et al., 2011).

Redução da taxa de progresso das doenças foliares pela aplicação de fungicidas.

Os fungicidas constituem-se numa ferramenta importante para minimizar os danos causados pelas doenças, sendo uma medida emergencial, rápida e eficiente, porém seu uso aumenta o custo de produção. Em consequência devem ser aplicados seguindo-se critérios que assegurem o retorno econômico ao reduzir os danos, e causam menor impacto negativo no ambiente.

Oídio, ferrugem da folha e manchas foliares. As doenças do trigo, alvo do controle pela aplicação de fungicidas nos órgãos aéreos, são o oídio, as ferrugens, as manchas foliares e a giberela.

Quando se decide pelo controle de doenças através do uso de fungicidas, deve-se ter em mente o fato de que “os agricultores cultivam a terra (ex. o trigo) para ganhar dinheiro, e que tanto a falta como o excesso do uso de medidas de controle, como o uso de fungicidas, pode reduzir o lucro dos produtores” (MAIN, 1977). Por isso, devem ser usados com critério que considere o custo benefício da prática utilizada.

A assistência técnica tem à disposição diversos critérios que podem ser seguidos na tomada de decisão quanto ao momento da aplicação de fungicidas (REIS, 2013). Um desses seria o tratamento preventivo ou protetor que não leva em conta a quantidade de doença nem o custo do controle. Outra possibilidade seguida por alguns produtores, porém não recomendada pela pesquisa, é a aplicação de fungicida quando o cereal encontra-se no estágio de espigamento. Esse critério não leva em conta a quantidade de doença e geralmente é feito atrasado, ou seja, quando a quantidade de doença já ultrapassou o limiar de ação. Em geral, quando aplicados com atraso, com alta intensidade das doenças, os fungicidas não têm poder para reverter os danos que são irreversíveis.

Segundo Reunião (2013), o critério mais racional, e por isso recomendado, indicador do momento para a aplicação de fungicidas nos órgãos aéreos é o limiar de dano econômico (LDE). O LDE deve ser calculado para cada doença, em função do potencial de rendimento da

lavoura, do custo de controle, do valor do preço do trigo, do coeficiente de dano causado por cada doença e da eficiência do fungicida utilizado. Este cálculo deve ser feito anualmente e para cada situação de lavoura, com a assistência de Técnicos Rurais e de Engenheiros-Agrônomos.

Os fungicidas indicados pela pesquisa constam em Reunião (2013). Essa publicação é anualmente revisada e atualizada pelas instituições de pesquisa de trigo.

Critério indicador do momento para a primeira aplicação

Limiar de dano econômico - LDE

Para determinar a necessidade ou não da aplicação de fungicidas nos órgãos aéreos, a pesquisa estabeleceu o LDE, que corresponde à intensidade da doença em que o benefício do controle se iguala ao seu custo ou à intensidade da doença, que causa perdas iguais ao custo do controle (Equação 1). Se o LDE for alcançado, é recomendado o controle da doença, pois, caso seja ultrapassado, as perdas decorrentes serão irreversíveis. Por esse motivo, os fungicidas não devem ser aplicados de forma preventiva (sem doença) ou tardiamente (após o LDE), ou seja, o controle químico das doenças só deverá ser realizado quando os valores da incidência atingirem o LDE:

$$\text{LDE} = C_c / C_d = 1/1 = 1 \quad (1)$$

O LDE é determinado utilizando-se como base de cálculo a fórmula de Munford e Norton (1984), aplicada para o controle de doenças dos cereais com fungicidas (Equação 2):

$$\text{ID} = C_c / (P_p \times C_d) \times E_c \quad (2)$$

em que:

ID = intensidade da doença;

C_c = custo do controle;

P_p = preço da tonelada de trigo, aveia, cevada ou triticale;

C_d = coeficiente de dano; e

E_c = eficiência do controle, considerando determinado fungicida usado. A pesquisa deve fornecer aos usuários

os dados relativos à Ec dos fungicidas recomendados para uso em cereais.

Na modificação proposta, o valor da Ec altera o LDE de tal modo que o fungicida mais eficiente é empregado com um LDE maior do que um com menor eficiência. Por isso, a fórmula empregada neste trabalho é (Equação 3):

$$ID = (Cc/Pp \times Cd) \times Ec \quad (3)$$

Limiar de ação - LA

Considerando-se que para o controle econômico das doenças não se deve permitir que sua intensidade ultrapasse o LDE, a aplicação racional dos fungicidas deve ser feita com um valor inferior ao LDE. Tanto a implementação da medida de controle como a ação do fungicida demandam tempo. Por isso, a pulverização deve ser feita quando a intensidade da doença atingir o limiar de ação (LA), sugerindo-se uma redução de 5% do valor do LDE. Consequentemente, o valor do LA é menor do que o do LDE.

Cálculo do LDE

Na indicação oficial da cultura do trigo consta exemplo de como calcular o LDE para ferrugem da folha, oídio e manchas foliares. A seguir será demonstrado um exemplo do cálculo do LDE para o controle da ferrugem da folha em cultivares de trigo suscetíveis.

Cc = valor tomado do trabalho de Picinini et al. (1996) = US\$ 30.00/ha (No custo deve ser considerado o custo do fungicida, do combustível, o salário do operador, o amassamento da lavoura pelo rodado do equipamento e a largura da faixa de pulverização).

Pp = preço da tonelada do trigo, por exemplo US\$ 110.00.

Cd = tomado da Tabela 10.1 ($R = 1.000 - 6,43 I$) no estágio de alongamento; considerando o rendimento potencial (R_p) da lavoura de 3,0 t/ha tem-se: $6,43 \times 3,0$; quando $R = 3.000 - 19,29 I$; como o cálculo é feito por tonelada de trigo, tem-se um $Cd = 0,001929$.

Ec = valor referente a eficiência de controle de um fungicida triazol sistêmico (90% ou 0,9).

Substituindo estes valores na fórmula tem-se:

$ID = (30/110 \times 0,01929) \times 0,9 = 12,7\%$ de incidência foliar da ferrugem da folha.

Nesse caso, o LDE corresponde a uma incidência foliar da ferrugem, a partir do estágio do alongamento de 13,0%. Isso significa que, para cada 13,0% de incidência foliar, tem-se uma perda de US\$ 30.00/ha.

Para o limiar de ação (LA) diminuíam-se 5 pontos da incidência calculada para o LDE, portanto o LA, nesse caso, é de 8,0 a 13,0%, a partir do estágio de alongamento. Assim, a aplicação do fungicida, satisfazendo o conceito de LDE, deve ser feita quando a incidência foliar da ferrugem for de 8 a 13%.

Com base no exposto, observando-se esse mesmo procedimento se pode calcular o LDE para cada uma das doenças cujas equações de função de dano constam nesse capítulo.

Os Engenheiros-Agrônomos e técnicos devem ter em mente que tanto a falta quanto o excesso de medidas de controle pode reduzir o lucro do produtor. Assim, o lucro máximo é obtido no ponto de equilíbrio, ou seja, no LDE. Sem o conhecimento do LDE, não é possível tomar uma decisão racional em relação ao momento correto da aplicação de fungicidas.

Ocorrendo conjuntamente numa lavoura duas ou três das doenças alvo do controle químico, a primeira delas que atingir o LA determinará o momento para a primeira aplicação. Ou podem-se usar as funções de dano para o patossistema múltiplo (Tabela 10.1).

A reaplicação do fungicida será feita quando o limiar de uma das doenças for novamente alcançado, ou tendo expirado o período de proteção conferido pelo fungicida < 20 dias. Por outro lado, se o limiar não for atingido, não se deve efetuar o controle químico. Nesse caso, economizam-se aproximadamente US\$ 30.00/ha. No caso de cultivares altamente suscetíveis, provavelmente serão necessárias duas a três aplicações. O ponto fundamental do controle econômico é não deixar o valor do LDE ser ultrapassado. Portanto, o número de aplicações será em função da suscetibilidade do cultivar, do sistema de manejo do solo e das condições ambientais predisponentes determinantes da taxa de progresso da doença.

Controle da giberela. A giberela é uma doença de infecção floral e de controle difícil. As condições ambientais requeridas à infecção são temperatura de 20-25 °C e duração contínua do molhamento > 48 h.

Na tomada de decisão para seu controle, considerar:

- (i) **Período de predisposição à infecção.** Estende-se do início da floração (presença de anteras soltas e presas) até o grão leitoso (presença de anteras presas) do estágio 60 ao 75 de Zadoks et al. (1974). Esse é o período no qual as espigas devem ser protegidas pelos fungicidas.
- (ii) **Momento da primeira aplicação.** Aplicar fungicida somente quando houver, durante o período de predisposição, ambiente favorável à infecção. Nesse sentido, a aplicação deve ser feita antes da ocorrência de chuvas, no período de predisposição. Quando ocorrer a chuva, as espigas já devem estar protegidas. Não ocorrendo chuva, não se justifica a aplicação, pois não haverá infecção.
- (iii) **Fungicidas e doses.** Atualmente os fungicidas mais potentes para o controle da giberela são Fox (protioconazol + trifloxistrobina) - 400 L/ha; e Opera Ultra (metconazol + piraclostrobina) - 500 mL/ha .
- (iv) **A previsão de chuvas,** para as próximas 24 - 72 horas, baseada nos relatórios do CPTEC/INPE, (precisão no acerto > 95%).
- (v) **Pulverizador.** Utilizar no pulverizador pontas cujos jatos direcionem a calda para as laterais das espigas (Ex. TeeJet®, TJ 60-110/02), o alvo da deposição;
- (vi) **Segunda aplicação.** Considera-se um período de proteção das espigas de vinte dias. Portanto, se houver nova previsão de chuvas, decorridos 20 dias após a primeira aplicação, proceder à reaplicação.

Observação: O controle das doenças foliares (ferrugem, manchas, oídio) deve ser feito segundo as indicações da pesquisa, e o controle da giberela é independente do manejo das doenças foliares.

Controle das Viroses

Mosaico. A medida preferencial é o uso de cultivares resistentes (REUNIÃO, 2013). A descompactação do solo também pode auxiliar no controle ao reduzir a disseminação dos zoosporos do vetor na água do solo.

VNAC. Os cultivares apresentam diferentes graus de suscetibilidade. A medida mais eficiente para seu controle é o tratamento de sementes com tiametoxana ou imidacloprida.

Controle da bacteriose

A estria bacteriana pode ser eficientemente controlada pela produção de sementes livres da bactéria e cultivo em lavouras com rotação de culturas.

Considerações finais

A sustentabilidade econômica e ambiental na produção de trigo pode ser alcançada pelo manejo integrado: rotação de culturas, tratamento eficiente de sementes visando à erradicação dos agentes causais e monitoramento do desenvolvimento de epidemias de manchas foliares nos órgãos aéreos, de tal maneira que somente se decida pelo controle químico se o LDE for alcançado.

Referências

BARBA, J. T.; REIS, E. M.; FORCELINI, C. A. Efeito de solventes orgânicos usados como veículos de fungicidas no controle *in vitro* e *in vivo* da incidência e da transmissão de *Bipolaris sorokiniana* em sementes de cevada. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p. 136-142, 2003.

BARCELLOS, A. L.; MORAES-FERNANDES, M. I. B.; ROELFS, A. P. Ferrugem da folha do trigo (*Puccinia recondita*): durabilidade da resistência. **Summa Phytopathologica**, v. 23, p. 101-117, 1997.

FAO. Report of the first session of the FAO. Painel of experts on integrated pest control. FAO Meeting Report. Nº. PL/1967/M/7. **Annals...** Rome, 1968.

- FORCELINI, C. A. **Incidência, transmissão e controle de *Bipolaris sorokiniana* em sementes de trigo**. 1992. 114 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Piracicaba, SP, 1992.
- GOULART, A. C. P.; PAIVA, F. A. Transmissão de *Pyricularia oryzae* através de sementes de trigo (*Triticum aestivum*). **Fitopatologia Brasileira**, v. 15, p. 359-362, 1990.
- MAIN, C. E. Crop destruction – The raison d'être of plant pathology. In: HORSFALL, J. G.; COWLING, E. B. (Ed.). **Plant disease an advance treatise**. How disease is managed. New York: Academic Press, 1977. p. 55-78.
- MENTEN, J. O. M.; MORAES, M. H. D. Importância da semente na disseminação de *Pyricularia* sp. Na cultura do trigo. **Summa Phytopathol.**, v. 14, n. 1-3, p. 53, 1988.
- MUNFORD, J. D.; NORTON, G. A. Economics of decision making in pest management. **Ann. Rev. Entomol.**, v. 29, p. 157-174, 1984.
- NAS. **Insect pest management and control**. Publ. 1965. Washington: National Academy of Sciences, 1969.
- PANISSON, E. **Giberela em trigo: intensidade, danos e controle químico**. 2001. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, 2001.
- PICININI, E. C.; FERNANDES, J. M. C.; IGNACZAK, J. C.; AMBROSI, I. Impacto econômico do uso do fungicida Propiconazole na cultura do trigo (*Triticum aestivum*). **Fitopatologia Brasileira**, v. 21, p. 362-368, 1996.
- PRESTES, A. M. Transmissão de *Septorianodorum* Berk. das sementes para os órgãos aéreos do trigo. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 14., 1986, Londrina, PR. **Resultados de pesquisa do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo**. Passo Fundo, RS: EMBRAPA-CNPT, 1986. p. 209-10. (Documentos, 8).
- REIS, E. M. **Indicadores do momento para a aplicação de fungicidas visando ao controle de doenças nas culturas da soja e do trigo**. 2. ed. revista e ampliada. Passo Fundo, RS: Berthier, 2013. 248 p.
- REIS, E. M. Longevity of *Cochiobolus sativus* propagules in soil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 14, p. 205-207, 1989.
- REIS, E. M.; FORCELINI, C. A. Transmissão de *Bipolaris sorokiniana* de sementes para órgãos aéreos do trigo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 18, p. 76-81, 1993.
- REIS, E. M.; FORCELINI, C. A. **Manual de fungicidas: guia para o controle de doenças de plantas**. 3. ed. Passo Fundo, RS: Gráfica e Editora Pe. Berthier, [s.d.]. 100 p.
- REIS, E. M., CASA, R. T. **Patologia de sementes de cereais de inverno**. Passo Fundo, RS: Aldeia Norte, 1998. 88 p.
- REIS, E. M.; CASA, R. T.; BLUM, M. M. C.; SANTOS, H. P.; MEDEIROS, C. A. Efeito de práticas culturais na severidade de manchas foliares do trigo e sua relação com a incidência de fungos patogênicos na semente colhida. **Fitopatologia Brasileira**, v. 22, p. 407-412, 1997.
- REIS, E. M.; CASA, R. T.; HOFFMANN, L. L.; MENDES, C. M. Effect of leaf rust on wheat grain yield. **Fitopatologia Brasileira**, v. 25, p. 67-71, 2000.

REIS, E. M.; SANTOS, H. P.; LHAMBY, J. C. B. Rotação de culturas I. Efeito sobre podridões radiculares do trigo em 1981 e 1982. **Fitopatologia Brasileira**, v. 8, p. 431-437, 1983.

REIS, E. M.; SANTOS, H. P.; LHAMBY, J. C. B.; BLUM, M. M. C. Effect of soil management an crop rotation on the control of leaf blotches of wheat in Southern Brazil. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE SIEMBRA DIRECTA, 1., 1992, Villa Giardino. **Trabajos presentados. Asociacion Argentina de productores em Siembra Directa/Sociedad de Conservación de Suelos/Clube Amigos da Terra/Fundação ABC/AsociaciónUruguaya Pro SiembraDirecta**. [S.l. : s.n.t.], 1992. p. 217-236.

REIS, E. M.; SILVA, C. A.; CASA, R. T.; MEDEIROS, C. A. Decomposição dos restos culturais de trigo e sobrevivência saprofítica de *Bipolarissor okiniana*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 23, p. 62-64, 1998.

REIS, E. M.; BLUM, M. M. C.; CASA, R. T.; MEDEIROS, C. A. Grain losses caused by the infection of wheat heads by Gibberellazeae in southern Brazil, from 1984 to 1994. **Summa Phytopathologica**, v. 22, p. 134-137, 1996.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; BIANCHIN, V. **Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas**, v. 37, n. 3, p. 85-91, 2011.

REUNIÃO da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale (6:2012 Jul.-Ag. 29-2, Londrina, PR). **Informações técnicas para o trigo e triticale-safra 2013**. Londrina, PR, 2013. 220 p.

SCHILDER, A. M. C.; BERGSTROM, G. C. Seed transmission of *Pyrenophora tritici-repentis*, causal fungusoftan spot ofwheat. **European Journal of Plant Pathology**, v. 101, n. 1, p. 81-91, 1995.

STEVENSON, I. L. Timing and nature of seed infection of barley by *Cochliobolus sativus*. **Can. J. of Plant Pathol.**, v. 3, p. 76-85, 1981.

ZADOKS, J. C.; SCHEIN, R. D. **Epidemiology and plant disease management**. New York: Oxford University Press, 1979. 427 p.

ZADOKS, J. C.; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, v. 14, p. 415-421, 1974.

Antônio Faganello¹

José Antonio Portella²

Luiz Eichelberger³

Casiane Salete Tibola⁴

A colhedora de trigo

Atualmente, a colhedora combinada é uma das máquinas mais complexas da agricultura moderna, com motor mais potente, com unidades de colheita e de trilha atualizadas, com sistemas modernos de transmissão de potência, elétrico e hidráulico e com sistemas integrados de agricultura de precisão, os quais têm sensores, GPS e monitores.

Para compreender o funcionamento da máquina colhedora, como um todo, deve-se observar cuidadosamente a função de cada um de seus sistemas.

¹ Engenheiro Mecânico, M.S. e Pesquisador Embrapa Trigo. E-mail: antonio.faganello@embrapa.br

² Engenheiro Mecânico, D.S. e Professor Universidade de Passo Fundo. E-mail: japortella@upf.br

³ Engenheiro-Agrônomo, D.S. e Pesquisador da Embrapa Trigo. E-mail: luiz.eichelberger@embrapa.br

⁴ Engenheiro-Agrônomo, D.S. e Pesquisadora da Embrapa Trigo. E-mail: casiane.tibola@embrapa.br

Componentes de uma colhedora

Segundo Portella (2000), a colhedora é uma máquina projetada e construída especialmente para colher e trilhar diferentes espécies de grãos de várias culturas agrícolas. Resumidamente podem-se distinguir as seguintes funções em uma colhedora: **corte** da cultura e direcionamento para os mecanismos de trilha; **trilha**, que consiste na separação dos grãos de suas envolturas e de partes de suporte na planta; **separação** do grão e da palha; **limpeza** do material; **transporte e armazenamento**.

Velocidade de Trabalho de uma Colhedora

É um dos fatores mais importantes na operação de colheita. Para o funcionamento eficiente e o correto aproveitamento da capacidade de trabalho dessa máquina, é necessário regulá-la de acordo com: o tamanho da máquina; a largura da plataforma; o rendimento e as condições da lavoura.

Trabalhar em velocidade elevada (mais de 10 km/h) exige maior potência para deslocar a colhedora, reduzindo a potência disponível para acionar os distintos mecanismos de corte, de trilha, de separação e de limpeza. Nessas condições, o manejo da colhedora torna-se dificultoso e o operador cansa mais rapidamente, o que pode levá-lo a cometer erros ou acarretar perdas.

Trabalhar em velocidade baixa (menos de 5 km/h) faz com que a capacidade de trabalho seja reduzida. A colhedora não chega a estar suficientemente abastecida e podem aumentar as perdas de grãos, por falta de ação trilhadora, bem como por excesso de ventilação sobre a massa de palha e grãos.

A capacidade de trabalho de uma colhedora é dada pela largura do cilindro trilhador, que é o parâmetro que condiciona os demais mecanismos da máquina. Quanto mais largo for o cilindro, maiores serão os saca-palhas, as peneiras, os sem-fins e outros elementos, permitindo também maior largura de corte. Do mesmo modo, a potência do motor terá de estar compatibilizada com a largura do cilindro. Também, quanto maior o cilindro e mais potente o motor, maior será a quantidade de material (grãos, palha e plantas daninhas) que a

colhedora pode processar por unidade de tempo, expressa em tonelada/hora (t/h) (PORTELLA, 2000).

Sistema de corte e alimentação

O conjunto de mecanismos que compõe o sistema de corte e alimentação de uma colhedora combinada é normalmente conhecido como plataforma e está apresentado esquematicamente na Figura 11.1. A plataforma de corte é o mecanismo responsável pelo corte e recolhimento da cultura no campo. Ela é facilmente acoplada à colhedora por meio de um sistema de engate rápido.

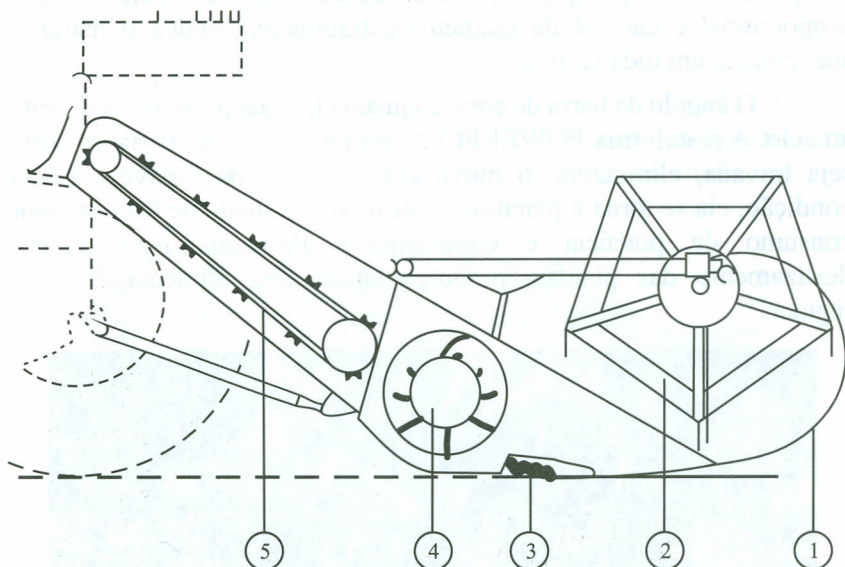


Figura 11.1 - Corte e alimentação da máquina. 1- separador; 2- molinete; 3- barra de corte; 4- caracol; 5- canal alimentador (esteira).

Fonte: BRAGACHINI; BONETTO, 1990.

Plataformas Especiais

Na última década, a Engenharia de Produto dos fabricantes de colhedoras desenvolveu uma nova linha de plataformas com

dispositivos modernos, visando aprimorar a técnica de corte. Eis algumas delas:

Plataforma POWERFLEX

Desenvolvida pela Massey Ferguson, a Plataforma POWERFLEX, apresentada na Figura 11.2, destaca-se por colher uma grande variedade de culturas e em todas as condições de terrenos.

É a única do mercado com sustentação da barra de corte através de estrutura pantográfica, que garante sempre o mesmo ângulo de corte independente da posição da barra. Possui molinete com rotação proporcional e caracol de diâmetro extragrande, conduz o material suavemente em toda largura.

O ângulo da barra de corte é ajustável, o que permite corte rente ao solo. A plataforma POWERFLEX permite que a sua barra de corte seja travada, eliminando o movimento dos braços flexíveis. Nesta condição, ela se torna a plataforma ideal para colheita de trigo (menor consumo de potência e combustível). Projetada para melhor deslizamento das plantas, proporcionando uma alimentação mais regular.



Figura 11.2 - Plataforma POWERFLEX.

Fonte: Catálogo Massey Ferguson.

Plataforma de esteiras - DRAPER 2162 – CASE

Quase todas as indústrias fabricantes de plataforma de colheita estão apresentando modelos de esteiras transportadoras, em função da grande largura de corte a ser pretendida pelo modelo de colhedora. Um exemplo, apresentado na Figura 11.3, é o da Draper 2162, da CNH. A plataforma Draper promove um ritmo maior na colheita, com uma alimentação mais suave e constante, a debulha torna-se mais eficiente e os custos de manutenção reduzem-se significativamente. Sem o triângulo de estrangulamento, o material colhido não debulha, não embucha e nem trava a plataforma e flui uniformemente com a massa de grãos para dentro da máquina. Enfim, com a plataforma Draper, a colheita é mais rápida, eficiente e tem maior rendimento e economia de combustível. A plataforma Draper possui uma flexibilidade única, com o molinete e a lâmina trabalhando em conjunto em toda a sua extensão. Sua capacidade de flutuar a torna mais flexível que as plataformas flexíveis tradicionais e, portanto, coloca-a entre as melhores do mercado.

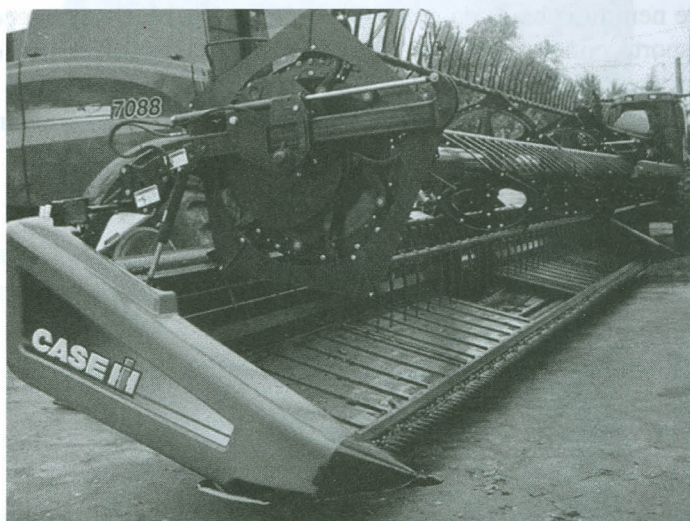


Figura 11.3 - Plataformas de esteiras.

Fonte: Catálogo CASE.

Plataforma com controle automático da altura de corte

Algumas colhedoras possuem sensores em sua plataforma, que controlam a altura de corte quando esta trabalha rente ao solo. Isso alivia o trabalho do operador, que é obrigado constantemente a ajustar a altura da plataforma, principalmente quando trabalha em solo desuniforme ou à noite. Os sensores podem ser ajustados para atingir a altura de corte desejada em diferentes condições de colheita. O controle automático da altura da plataforma é padrão em algumas plataformas com barra de corte flexível e é opcional em outros modelos.

Plataforma de recolhimento

Existem outros tipos de plataformas, além das mencionadas anteriormente, como as plataformas de recolhimento, que são semelhantes à plataforma convencional, exceto por não terem um molinete nem uma barra de corte. Elas são equipadas com uma correia de transporte composta de dedos de aço ou de plástico. Estes dedos apanham a cultura e a entregam ao helicoidal de plataforma (Figura 11.4). São muito utilizadas no recolhimento de culturas que foram previamente cortadas (canola) ou arrancadas (feijão), bem como do trigo.



Figura 11.4 - Plataforma de recolhimento.

Fonte: JOHN DEERE, 2015.

Mecanismo de alimentação

Após o corte da planta, o material deve ser levado ao sistema de trilha para efetuar a debulha, independente do tipo de plataforma usado. Nas colhedoras combinadas, essa é a função do elevador ou transportador alimentador (Figura 11.5), que nada mais é que uma esteira transportadora composta de correntes longitudinais, com pequenos sarrafos transversais (talistas), que arrastam o material sobre o fundo trapezoidal, conduzindo ao mecanismo de trilha.

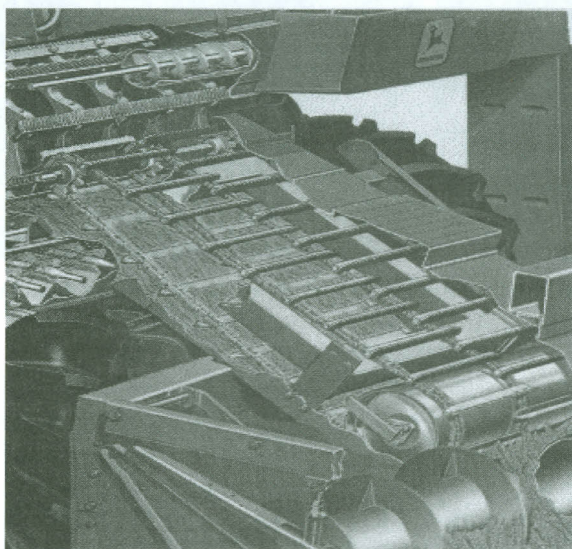


Figura 11.5 - Transportador alimentador.

Fonte: JOHN DEERE, 2015.

O transportador alimentador deve ser ajustado de forma a fornecer o material cortado de maneira contínua e uniforme ao mecanismo de trilha, isso evita o embuchamento no sistema de trilha.

Um controle da velocidade do alimentador está disponível para algumas colhedoras, o que permite o ajuste da velocidade de alimentação para diferentes condições da cultura e velocidade de trabalho. Além desse, pode-se ter um sistema de transmissão reversível, que auxilia na limpeza do transportador alimentador, caso haja embuchamento.

Sistema de trilha

O "coração" de qualquer colhedora combinada é seu sistema de trilha que está apresentado na Figura 11.6.

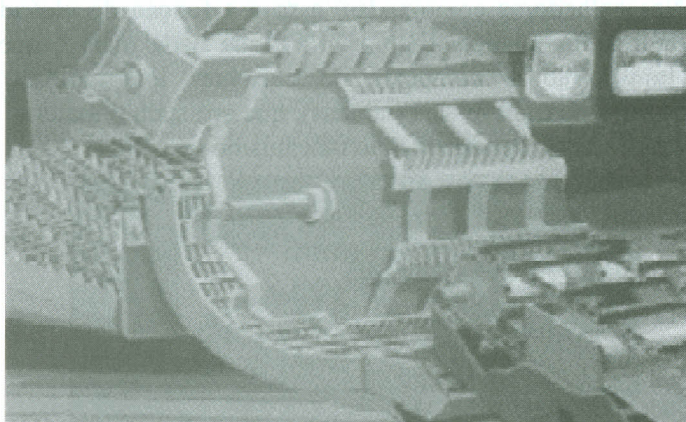


Figura 11.6 - Mecanismos de trilha de uma colhedora convencional.

Fonte: JOHN DEERE, 2015.

Trilhar significa remover os grãos das vagens, das espigas ou das panículas, como no caso da soja, do trigo, do arroz e do milho, por exemplo. Mais de 70% dos grãos são separados nessa área da colhedora, isto é, quando passam através do côncavo para o bandejão. Os 30% restantes são separados pelas demais unidades do equipamento. Pode-se dizer que o funcionamento de toda a colhedora depende diretamente da unidade de trilha, pois, se ela não for bem-sucedida, as outras funções da máquina serão afetadas. Por exemplo, se for muito pequena a quantidade de grãos separados na unidade de trilha, uma quantidade excessiva de grãos será lançada sobre os saca-palhas junto com a palha, ocasionando as perdas pelos saca-palhas.

A ação de trilhar pode ser executada por batidas (cilindro e côncavo de dentes), para colheitas de arroz, de feijão e de sorgo, ou por fricção (cilindro e côncavo de barras), para colheitas de trigo, de aveia, de soja e de milho.

Rotor e côncavo x fluxo axial

Os cilindros de barras e de dentes são alimentados radialmente pelo transportador a partir da plataforma. Em sistema de fluxo axial, como o próprio nome mostra, o rotor (como mais comumente denominado) recebe o material a ser trilhado pela frente e não radialmente.

Algumas colhedoras combinadas são equipadas com esse sistema em vez do sistema convencional. O rotor é semelhante àqueles cilindros citados anteriormente, com barras de raspagem em disposição helicoidal. Uma colhedora combinada com sistema em fluxo axial pode ter um ou dois rotores paralelos.

O côncavo é disposto abaixo do rotor, e alguns trabalhos mostram que a eficiência de separação do sistema rotor-côncavo pode chegar a 90%, mostrando ser melhor que o sistema convencional.

Como o sistema é em fluxo axial, pode-se concluir que o rotor é montado longitudinalmente na máquina, com entrada do material pela frente. Na Figura 11.7 é apresentado um desses tipos de rotores.

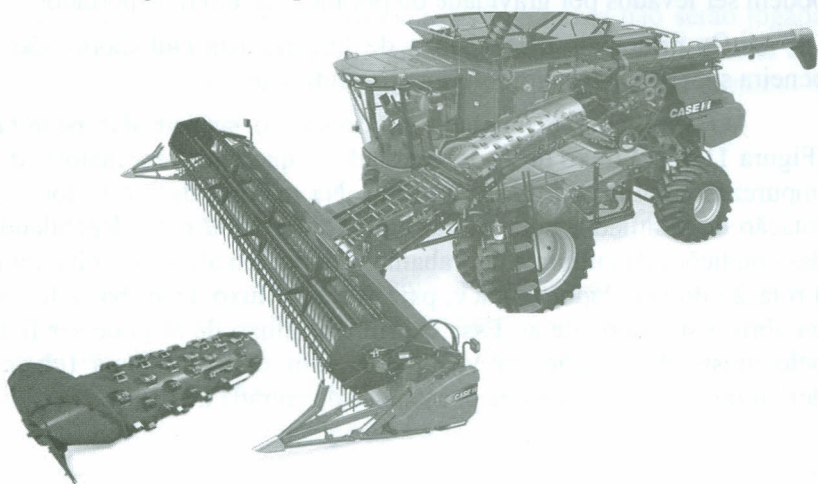


Figura 11.7 - Colhedora em fluxo axial.

Fonte: Catálogo CASE.

Sistema de separação

Após passar pelo sistema de trilha, o material restante é composto por um aglomerado com palha inteira e triturada, grãos debulhados e não debulhados e materiais estranhos. Isso mostra que ainda há a necessidade de se separar o grão dos demais materiais. Essa separação começa a ser feita na grade do côncavo, nas grades do cilindro e nos saca-palhas.

A capacidade operacional (ou eficiência) de uma colhedora está vinculada ao seu sistema de trilha e não ao de separação e limpeza. Assim, devem-se ajustar bem a abertura entre cilindro-côncavo e a velocidade do cilindro para que a debulha seja feita com alta eficiência, não restando muito para os sistemas subsequentes.

Sistema de limpeza

Após passar pelo sistema de trilha e separação, grãos e impurezas devem ser levados ao sistema de limpeza da máquina. Eles podem ser levados por gravidade ou por meio de um transportador.

Os principais mecanismos de limpeza nas colhedoras são a peneira superior, a peneira inferior e o ventilador.

O ventilador é montado em frente ao suporte das peneiras (Figura 11.8). O fluxo de ar do ventilador é que remove a maioria das impurezas contidas na massa de grão. Na maioria das colhedoras, a rotação do ventilador pode variar entre 250 e 1500 rpm, dependendo das condições da cultura e de trabalho. Porém, em algumas colhedoras a rotação do ventilador é fixa e, para variar o fluxo de ar, basta fechar ou abrir a sua saída de ar. Esse controle do fluxo de ar pode ser feito pelo ajuste da rotação do ventilador, com uma borboleta (chapas defletoras) na saída ou ainda por janelas de entrada de ar.

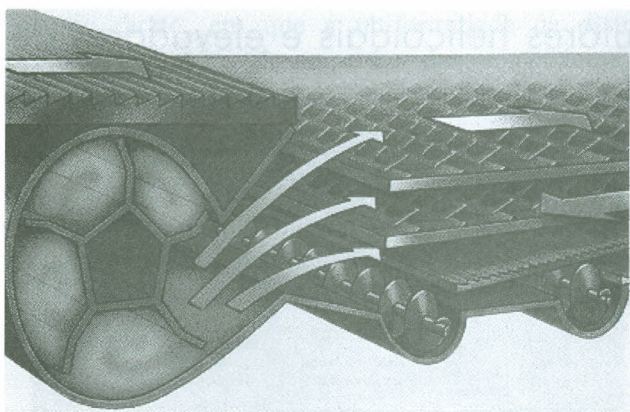


Figura 11.8 - Ventilador.

Fonte: JOHN DEERE, 2015.

O fluxo de ar do ventilador deve ser ajustado para diferenciar o peso da massa de grãos das impurezas. Quanto mais alta for sua rotação, maiores serão a limpeza e os riscos de perda de grãos. Por outro lado, se a rotação for abaixo da adequada, as impurezas não serão jogadas para fora da máquina, sobrecarregando as peneiras. Para trabalhar com eficiência na limpeza é importante conhecer a velocidade terminal do produto a ser colhido.

Transporte e armazenamento dos grãos

Manejar a colheita significa mover os grãos trilhados, separados e limpos para o tanque graneleiro e deste tanque para um vagão ou caminhão. Todavia, a retilha é outra fase do manejo dos grãos que deve ser também incluída.

Entre os componentes de manejo (Figura 11.9), destacam-se o elevador de grãos limpos; o elevador de carregamento do tanque graneleiro; todos os condutores helicoidais, incluindo os de material não trilhado e limpo; o tanque graneleiro e o condutor helicoidal de descarga do graneleiro.

Condutores helicoidais e elevadores de grãos limpos

Depois de limpo, o condutor helicoidal de grãos limpos entrega o material ao elevador de grãos (Figura 11.9), que os leva para o condutor superior de grãos limpos ou para o condutor que carrega o tanque graneleiro, depositando os grãos em seu centro ou diretamente num silo.

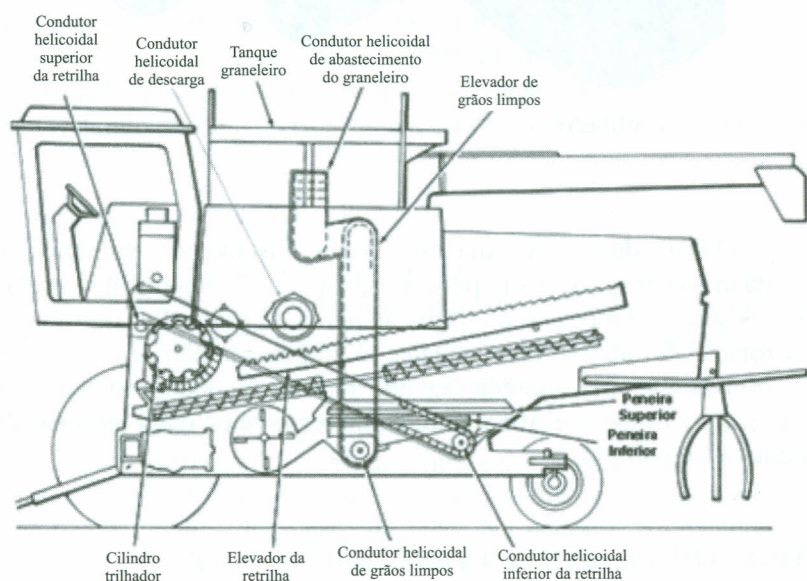


Figura 11.9 - Simples sistema de manejo dos grãos limpos e não limpos.

Fonte: JOHN DEERE, 2015.

Acessórios ou Opcionais de Fábrica

Picador de palha

Algumas culturas, como é o caso da cultura de trigo, apresentam uma alta relação palha-grão, sendo necessário que a colhedora triture a palha que sai na parte traseira da máquina e a distribua uniformemente sobre a superfície do solo. Em lavouras sob

sistema plantio direto, em que a uniformidade de distribuição é fundamental para o bom desempenho das semeadoras, é muito conveniente o uso de um picador de palha (Figura 11.10).



Figura 11.10 - Picador de palha.

Fonte: JOHN DEERE, 2015.

Secagem e Armazenamento de Trigo

Secagem

Após a colheita, a primeira operação na unidade armazenadora é a pré-limpeza, na qual são eliminadas as impurezas maiores e menores que o grão. O objetivo desta operação, além de obter um produto livre de impurezas, é também evitar que impurezas obstruam o funcionamento da aeração dos equipamentos utilizados posteriormente, como secadores e silos armazenadores. A operação de pré-limpeza é efetuada com máquina de ar e peneira e deve ser suficientemente rápida para permitir que as máquinas seguintes trabalhem em plena capacidade, possibilitando, assim, o recebimento de grandes volumes. Isso é particularmente importante quando grãos úmidos são recebidos e devem ser secos imediatamente. Após a pré-limpeza e secagem dos grãos úmidos, ou a pré-limpeza dos grãos recebidos secos, os grãos limpos são armazenados a granel em silos, onde ficam aguardando o processamento ou a comercialização. Recomenda-se que todos os grãos colhidos ou recebidos com grau de umidade acima de 13% sejam secos imediatamente após a colheita até este nível.

A secagem é processo físico de remoção de água (BROOKER et al., 1992) e é crítica na produção de grãos de trigo, com efeitos decisivos sobre sua qualidade. Quando mal procedida, pode ser causa de perda de qualidade. Por permitir que os grãos sejam colhidos antecipadamente, permanecendo, conseqüentemente, menos tempo no campo, a secagem pode ser fator de elevada qualidade de grãos.

A retirada da água dos grãos envolve duas fases, que ocorrem simultaneamente: primeiro, ocorre o transporte de vapor de água da superfície da semente para o ar, devido ao gradiente de pressão parcial de vapor de água; depois, ocorre o movimento de água do interior para a superfície do grão (BROOKER et al., 1992). Durante a secagem, para que haja evaporação para o ambiente, a água deve ser transportada do interior do grão até a superfície, e esse movimento da água produz estresses importantes para a qualidade final. A temperatura de secagem é fundamental neste processo, pois, juntamente com o fluxo de ar, é a principal determinante da velocidade de secagem (SILVA, 2000). O que limita o uso de temperatura elevada é a consequência sobre a qualidade dos grãos. Nesse sentido, a temperatura da massa de grão não deve exceder 60 °C. Temperatura acima dessa afeta constituintes químicos dos grãos, como o amido e as proteínas. Além disso, temperatura muito elevada leva à alta taxa de evaporação da água na superfície dos grãos, aumentando o gradiente de umidade no interior deles. Isso gera tensões internas que provocam danos por trincamento.

Secadores são equipamentos utilizados para redução do grau de umidade dos grãos. Os secadores se enquadram em diversos sistemas de secagem.

A **secagem estacionária** consiste basicamente em forçar o ar aquecido através da massa de grãos, que permanece sem ser movimentada. Esse sistema é simples e relativamente barato, porém deve ser realizado com temperatura do ar de secagem mais baixa, uma vez que a temperatura da massa de grãos tende a se igualar à do ar de secagem. Pode causar danos térmicos aos grãos, especialmente nas camadas mais próximas à entrada do ar aquecido. Os secadores que têm esse sistema de secagem são os de leito fixo ou de fundo falso perfurado, de tubo central perfurado, de bandeja e de sacos.

A **secagem contínua** caracteriza-se pela movimentação dos grãos sob a ação do ar durante todo o período de secagem, de modo que

entrem úmidos e saiam secos do secador, independentemente do número de passagens pelo secador. Nesses secadores, o ar de secagem pode ser aquecido a temperatura mais elevada, o que varia conforme o secador. A temperatura deve ser controlada na massa de grãos. A alta velocidade de secagem destes secadores pode produzir danos por fissuramento.

A **secagem intermitente** caracteriza-se pelo fato de, na câmara de secagem, os grãos serem submetidos à ação do ar aquecido por intervalos regulares de tempo, intercalados por períodos sem circulação de ar, enquanto permanecem na câmara de repouso. Durante este último período, ocorre a homogeneização da umidade, pela migração da água do interior para a superfície do grão. Assim, a água é facilmente evaporada e transferida para o ar de secagem no momento da próxima passagem pela câmara de secagem. Essa migração interna da água, juntamente com a passagem por elevadores e tubulações, causa resfriamento do grão, o que permite o uso de temperatura mais elevada no ar de secagem, que pode ser de até 150 °C, dependendo do secador. Também neste caso deve ser controlada a temperatura da massa de grãos na saída da câmara de secagem. Este sistema de secagem apresenta menos danos à qualidade dos grãos em comparação com os anteriores, sendo, por isso, indicado para a produção de sementes, especialmente aquelas com grau de umidade mais alto (acima de 16%).

Seca-aeração é um sistema misto de secagem com a utilização de secador e de aeração. Neste sistema os grãos são removidos quentes do secador e com grau de umidade de aproximadamente dois a três pontos porcentuais acima da desejada. Os grãos são, então, colocados em silo equalizador, que pode ser o próprio silo armazenador, onde permanecem em repouso, sem fluxo de ar, por quatro a seis horas para homogeneização do grau de umidade. Após esse procedimento, no mesmo silo, ou em outro, inicia-se o resfriamento lento. Após o resfriamento, os grãos perdem dois a três pontos porcentuais de umidade. O resultado desse sistema de secagem é o aumento da capacidade dos secadores, a redução do consumo de energia e a redução de perdas de qualidade.

A **aeração com ar natural forçado** também pode ser utilizada para retirada de água dos grãos, no entanto o processo é lento e altamente dependente das condições psicrométricas do ar (SILVA, 2000). Rodriguez (1994) utilizou aeração para secagem de milho com

18% de umidade para 13,8% e concluiu que o sistema é energeticamente eficiente. A aeração deve ser usada somente para retirar água de grãos abaixo de 17% de umidade. A utilização de fonte suplementar de calor tem a função de baixar a umidade relativa do ar, acelerar o processo de secagem e permitir seu uso em condições psicrométricas do ar adversas.

Em qualquer um dos sistemas e secadores utilizados, o ar de secagem pode ser aquecido por fornalhas ou queimadores, de maneira direta ou indireta, utilizando combustíveis, como óleo *diesel*, lenha, resíduos orgânicos e, mais recentemente, gás liquefeito de petróleo (GLP) e gás natural (GN).

Armazenamento

O processo de armazenamento dos grãos inicia-se a partir da maturidade fisiológica, momento em que se inicia também o processo de deterioração. Esse processo é progressivo e irreversível e depende das condições ambientais. Todas as fases pós-maturidade fisiológica são períodos de armazenamento que apresentam condições e estresses diferentes. Assim, enquanto estão no campo perdendo água, ou na moega esperando secagem, ou secando no secador, ou armazenados em silos graneleiros aguardando comercialização ou processamento, os grãos estão submetidos a condições diferentes de armazenamento. Com isso, é importante o armazenador conhecer como essas condições aceleram a deterioração em cada fase, visando minimizar seus efeitos deletérios.

Considerando que os grãos apresentam elevada qualidade quando se inicia o período de armazenamento na maturidade fisiológica, as seguintes condições ambientais afetam sua qualidade:

Umidade relativa do ar: quanto mais baixa a umidade relativa do ar, melhor a conservação da qualidade dos grãos. No entanto, em ambientes com umidade relativa do ar muito baixa, os grãos perdem peso durante o armazenamento devido à perda de umidade. A umidade relativa do ar ideal é a de equilíbrio com o grau de umidade do grão. Em temperatura ambiente de 22 °C, grãos de trigo com 12% de umidade equilibram com umidade relativa do ar entre 50 e 60% e não perdem nem ganham umidade (SILVA, 2000). Umidade relativa do ar elevada

durante o armazenamento eleva o grau de umidade dos grãos por absorção, acelerando a respiração, ao mesmo tempo em que favorece o desenvolvimento de fungos.

Temperatura: a temperatura elevada dos grãos, ou do ambiente que os armazena, acelera a respiração, causando deterioração, e pode ser controlada com estrutura de armazenamento adequada. O armazenamento do trigo deve ser feito em silos com aeração. Segundo Lasseran (1994), o objetivo básico da aeração é esfriar os grãos ou mantê-los frios. Resfriamento dos grãos até 8 °C em regiões temperadas ou 12 a 15 °C em regiões subtropicais, além de diminuir a atividade respiratória, é suficiente para deter a proliferação de insetos e limitar a contaminação por fungos.

Danos mecânicos: ocorrem com o manejo inadequado durante a colheita e secagem dos grãos. Grãos trincados e amassados têm a proteção natural danificada facilitando a entrada de umidade, insetos e microrganismos responsáveis por sua deterioração.

Impurezas: as impurezas são foco de elevação da umidade na massa de grãos, bem como ataque de insetos e microrganismos causadores de perdas. Isso é importante no armazenamento e, em razão disso, deve ser feita a pré-limpeza no recebimento na unidade armazenadora.

Insetos: os principais insetos que atacam os grãos durante o armazenamento são besouros, gorgulhos e traças e são responsáveis por perdas físicas e de qualidade. São controlados por manejo integrado que envolve, entre outros passos, a escolha do ponto de colheita apropriado, ambiente de recebimento, secagem e armazenamento higienizado, monitoramento constante para identificar focos de ataque de insetos e controle através de inseticidas recomendados (LORINI, 2007). Deve-se atentar para o uso da dose recomendada e para a rotação de princípios ativos diferentes para evitar o surgimento de formas resistentes de insetos.

Microrganismos: fungos e bactérias são responsáveis por perdas de qualidade de grãos. O manejo adequado das fases de maturação, de colheita e de secagem é fundamental no controle desses microrganismos. Umidade elevada dos grãos causa o desenvolvimento de fungos (*Aspergillus* e *Penicillium*) causadores de danos e de contaminação com micotoxinas. Segundo Faroni e Devilla (2001), a

tecnologia da aeração é utilizada para modificar o microclima da massa de grãos armazenada, tornando-o desfavorável ao desenvolvimento de microrganismos e, ao mesmo tempo, criando condições favoráveis à conservação prolongada.

Roedores: junto com os insetos, os ratos e camundongos são responsáveis por perdas físicas de grãos durante o armazenamento. Deve ser feito controle integrado envolvendo (a) inspeção e monitoramento para a identificação de focos de ataque; (b) vedação e exclusão com o objetivo de dificultar ou evitar a entrada de ratos na unidade; (c) saneamento do ambiente envolvendo a limpeza e a organização do ambiente, dificultando esconderijos e a instalação de ninhos; e (d) o controle químico através de raticidas, evitando-se o uso de venenos agudos e preferindo-se os crônicos, que causam hemorragias internas nos ratos, e sua morte 3 a 5 dias após a ingestão do raticida. Armadilhas também produzem algum efeito de controle.

Pode-se verificar que, em resumo, recomenda-se armazenar os grãos secos em ambientes o mais seco, frio e limpo possível. Nessas condições, as atividades respiratória, fúngica e de insetos é baixa e a armazenabilidade do trigo é elevada.

Micotoxinas na Produção de Trigo

A ocorrência de doenças, pragas, eventos climáticos extremos e a adoção de diferentes estratégias de manejo na produção, determinam a qualidade e a inocuidade do trigo e produtos derivados, em todas as etapas, incluindo-se a pós-colheita. A produção de alimentos seguros pode ser comprometida pela doença fúngica giberela do trigo (*Gibberella zeae*), forma perfeita de espécies do complexo *Fusarium graminearum*. A infecção por giberela resulta em perdas econômicas diretas derivadas da redução na produção e peso de grãos, além de perdas indiretas resultantes da contaminação por micotoxinas, levando à rejeição ou desvalorização dos grãos no mercado. A giberela do trigo é uma doença importante nas principais regiões produtoras do mundo e a principal doença na região Sul do Brasil, que concentra 90% da produção nacional de trigo. Dentre os fatores determinantes da ocorrência da giberela, destacam-se, principalmente, chuvas

prolongadas no período de floração, condições meteorológicas (alta temperatura e umidade) e nível de resistência de cultivares de trigo.

No Brasil, a principal micotoxina associada à giberela do trigo é deoxinivalenol (DON), devido à ampla distribuição e aos altos níveis encontrados. Santos et al. (2013) avaliaram a concentração de DON em 113 amostras de trigo do Paraná, das safras 2008 e 2009, e relataram presença de DON em 66,4% das amostras analisadas, com média de 1894 parte por bilhão (ppb) e nível máximo de 4.732 ppb. Del Ponte et al. (2012) analisaram amostras de grãos comerciais de trigo de 2006 a 2008 e observaram valor médio de 540 ppb e máximo de 2.700 ppb para DON. Tibola et al. (2013) relataram que a micotoxina DON foi detectada em 81% de 545 amostras, com média de 1.686 ppb no período de 2009-2012.

As micotoxinas são quimicamente estáveis, tendendo a se manter intactas durante as etapas de armazenamento e de processamento. A ingestão de alimentos contaminados com micotoxinas pode provocar prejuízos à saúde humana e animal, ocasionando rejeição dos alimentos, interferindo em sistemas hormonais, bem como afetando a imunidade geral, podendo favorecer o aparecimento de doenças crônicas. O impacto negativo das micotoxinas na saúde humana e animal depende da concentração individual presente nos grãos e também do efeito sinérgico com outras micotoxinas coexistentes no alimento. Consequentemente, as concentrações relativamente baixas de micotoxinas podem resultar em efeitos graves à saúde (PLEADIN et al., 2013).

As micotoxinas são uma preocupação crescente, considerando que, com maior número de resultados de monitoramento, os limites tolerados pela legislação são cada vez mais restritivos. No Brasil, a atual legislação para micotoxinas determina que o limite máximo tolerável (LMT) de DON para cereais destinados à alimentação infantil deve ser de 200 ppb. Adicionalmente, determina-se o limite máximo de 2.000 ppb para trigo integral e 1.750 ppb para farinha de trigo (ANVISA, 2011).

Estratégias de manejo na produção de trigo para minimizar micotoxinas

As estratégias de manejo da giberela incluem a adoção de práticas que podem ser classificadas em controle genético, químico e cultural. A seleção de cultivares mais resistentes é importante, pois contribuem para minimizar a perda de rendimento e o acúmulo de micotoxinas nos grãos, além de diminuir a dependência de fungicidas. Para isso, a seleção fenotípica realizada em viveiros para *Fusarium*, onde as condições ambientais favorecem o desenvolvimento da doença, e a seleção genotípica através de marcadores moleculares associados a genes de resistência são as principais estratégias para viabilizar a introgressão de genes de resistência. Os níveis de resistência de cultivares de trigo às doenças podem ser consultados em Reunião (2013).

No controle químico, os produtos com maior eficiência média se enquadram no grupo dos triazóis, como a misturas de dois triazóis (prothioconazole + tebuconazole) ou triazóis aplicados isoladamente, com destaque para metconazole, com maior eficiência na redução da micotoxina DON (PAUL et al., 2008). No Brasil, estudos reportaram a eficiência de fungicidas dos grupos dos benzimidazóis, triazóis e estrobilurinas no controle de giberela (SANTANA et al., 2012; SPOLTI et al., 2013).

Quanto à tecnologia de aplicação, a qualidade da deposição do produto pode ser otimizada em função da escolha do melhor momento para a pulverização, quantidade de calda de fungicida que chega ao alvo (faces laterais das espigas), regulação do pulverizador para gotas finas (150-250 μm) e muito finas (<150 μm) e pelo direcionamento do jato de pulverização na perpendicular à lateral da espiga, para obter maior cobertura e homogeneidade (BRUSTOLIN et al., 2011).

O desenvolvimento de modelos preditivos do risco de ocorrência de doenças, bem como de níveis de micotoxinas, através de dados climáticos estão se tornando uma ferramenta essencial para ampliar a eficiência no manejo da giberela (PRANDINI et al., 2009). Devido ao curto período de suscetibilidade (floração), epidemias de giberela podem ser previstas por modelos em sistemas de alerta que incorporam variáveis como temperatura, umidade, chuva, produção de

inóculo e desenvolvimento da planta. Na plataforma *SISALERT:TRIGO* (<http://www.sisalert.com.br>), o risco relativo da giberela pode ser estimado para lavouras de trigo na região Sul do Brasil. A simulação é feita com dados meteorológicos observados em tempo real e também com o prognóstico do tempo para os próximos cinco dias. A simulação pode ser feita para um local específico, por meio da seleção, pelo usuário, do município em que se localiza a lavoura, ou também para o estado, gerando um mapa de risco para a data de espigamento (Figura 11.11).

Outra medida que pode contribuir no manejo da doença é o escalonamento da semeadura, uma vez que condições de ambiente favorável à doença podem ocorrer em períodos específicos, quando parte das lavouras não se encontra na fase suscetível, atuando como um mecanismo de escape à doença.

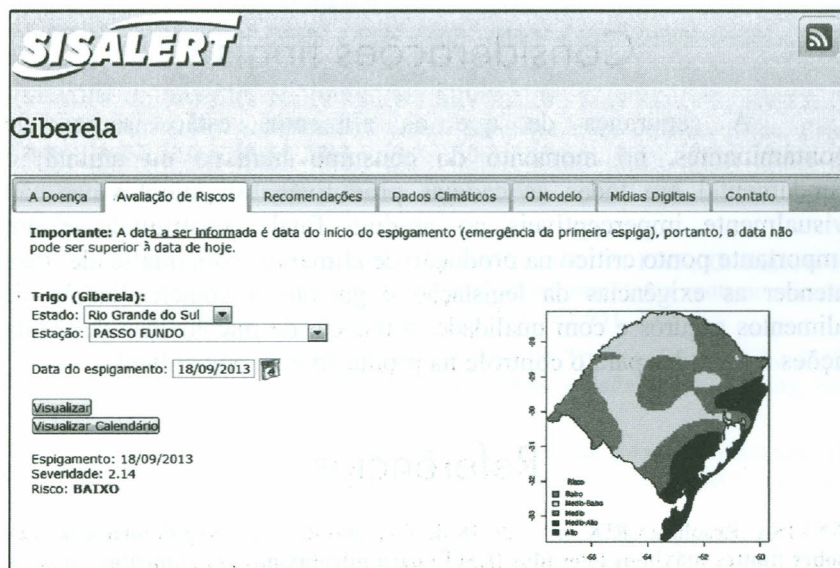


Figura 11.11 - Tela do sistema SISALERT:TRIGO mostrando a simulação de cinco categorias de risco para o estado do Rio Grande do Sul, considerando 18 de setembro de 2013 como a data de início do espigamento da lavoura.

Na situação do cultivo de trigo no Sul do Brasil, práticas culturais como a rotação de culturas e o enterrio dos restos culturais são ineficientes para o manejo de giberela, pois há abundância de hospedeiros e condições meteorológicas que possibilitam a sobrevivência do inóculo ao longo do ano.

Na pós-colheita, é importante determinar a presença de micotoxinas, visando identificar e segregar lotes com níveis elevados de contaminação. A inconsistência entre a presença de sintomas de giberela e a concentração de micotoxinas dificulta a segregação prévia de lotes de grãos, gerando grande demanda por quantificação através de metodologia apropriada. Informações quanto a métodos de amostragem, detecção e quantificação de micotoxinas em trigo foram sintetizadas em Tibola et al. (2013).

Considerações finais

A segurança de que os alimentos estão isentos de contaminantes, no momento do consumo humano ou animal, é fundamental em todas as cadeias produtivas. As micotoxinas são visualmente imperceptíveis no produto final, constituindo-se um importante ponto crítico na produção de alimentos com qualidade. Para atender as exigências da legislação e garantir a comercialização de alimentos seguros e com qualidade, o manejo de micotoxinas demanda ações integradas para o controle na produção e na pós-colheita.

Referências

- ANVISA. Resolução RDC nº 7, de 18 de fevereiro de 2011. **Regulamento técnico sobre limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos**. Brasília, 2011.
- BRAGACHINI, M.; BONETTO, L. A. **Cosecha de trigo: equipamiento, regulación y puestas a punto de lacosechadora – Evaluación de pérdidas**. Manfredi: INTA-EEAManfredi, 1990. 60 p. (INTA – EEA Manfredi. Cuaderno de Actualización Técnica, 6).
- BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C. W. **Drying and storage of grains and oil seeds**. New York: Van Nostrand Reinold, 1992. 450 p.

BRUSTOLIN, R.; REIS, E. M.; BOLLER, W. Tecnologia de aplicação de fungicidas. In: SEMINÁRIO SOBRE GIBERELA EM CEREAIS DE INVERNO. **Coletânea de trabalhos...** Passo Fundo, RS: Berthier, 2011. p. 253-264.

DEL PONTE, E. M.; GARDA-BUFFON, J.; BADIALE-FURLONG, E. Deoxynivalenol and nivalenol in commercial wheat grain related to Fusarium head blight epidemics in southern Brazil. **Food Chemistry**, v. 132, n. 21, p. 087-1091, 2012.

FARONI, L. R. D.; DEVILLA, I. A. Tecnologia de aeração e resfriamento de grãos. In: CONFERÊNCIA NACIONAL DE PÓS COLHEITA SAG-MERCOSUL, 2., 2001, Londrina. **Resumos e palestras...** Londrina, PR: FAPEAGRO, 2001. p. 298-327.

LASSERAN, J. C. Mejoramiento del manejo de laventilación y del sistema de condutos para controlar localidad de los granos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE GRÃOS. **Anais...** Canelas, RS: CESA/FAO, 1994. p. 197-213.

LORINI, I. **Manual técnico para o manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados.** Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2007. 80 p. (Documentos, 73).

PAUL, P. A.; LIPPS, P. E.; HERSHAM, D. E.; MCMULLEN, M. P.; DRAPER, M. A.; MADDEN, L. V. Efficacy of triazole-based fungicides for Fusarium head blight and deoxynivalenol control in wheat: a multivariate meta-analysis. **Phytopathology**, v. 98, n. 9, p. 999-1011, 2008.

PLEADIN, J.; VAHČIĆ, N.; PERŠI, N.; ŠVELJ, D.; MARKOV, K.; FRECE, J. *Fusarium mycotoxins* occurrence in cereals harvested from Croatian fields. **Food Control**, v. 32, n. 1, p. 49-54, 2013.

PORTELLA, J. A. **Colheita de grãos mecanizada.** Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2000. 190 p.

PRANDINI, A.; SIGOLO, S.; FILIPPI, L.; BATTILANI, P.; PIVA, G. Review of predictive models for Fusarium head blight and related mycotoxin contamination in wheat. **Food and Chemical Toxicology**, v. 47, n. 5, p. 927-931, 2009.

REUNIÃO DA Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, 7., 2013, Londrina. **Informações técnicas para trigo e triticale – Safra 2013.** Londrina, PR: IAPAR, 2013. 220 p.

RODRIGUEZ, J. C. Evaluación de un sistema de secado de granos com aire natural. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE GRÃOS. **Anais...** Canela, RS: CESA/FAO, 1994. p. 215-234.

SANTANA, F. M.; LAU, D.; MACIEL, J. L. N.; CARGNIN, A.; SEIXAS, C. D. S.; BASSOI, M. C.; SCHIPANSKI, C. A.; FEKSA, H.; CASA, R. T.; WESP, C.; NAVARINI, L.; BLUM, M. **Eficiência de fungicidas para controle de giberela em trigo:** resultados dos ensaios cooperativos – Safra 2011. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2012. 12 p. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/publicacoes/pdf/co_23_2012.pdf>. Acesso em: 17 Out. 2013.

SANTOS, J. S. DOS.; SOUZA, T. M.; ONO, E. Y. S.; HASHIMOTO, E. H.; BASSOI, M. C.; MIRANDA, M. Z. DE.; ITANO, E. N.; KAWAMURA, O.; HIROOKA, E. Y. Natural occurrence of deoxynivalenol in wheat from Parana State, Brazil and estimated daily intake by wheat products. **Food Chemistry**, v. 138, n. 1, p. 90-95, 2013.

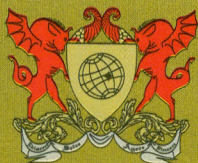
SILVA, J. S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. 1. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2000. 502 p.

SPOLTI, P.; GUERRA, D. S.; BADIÁLE-FURLONG, E.; DEL PONTE, E. M. Single and sequential applications of metconazole alone or in mixture with pyraclostrobin to improve Fusarium head blight control and wheat yield in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, n. 2, p. 85-96, 2013.

TIBOLA, C. S.; FERNANDES, J. M. C.; DEL PONTE, E. M.; MALLMANN, C. A.; DILKIN, P.; LIMA, M. I. P. M.; PAVAN, W. **Indicações técnicas para minimizar a contaminação de trigo por micotoxinas**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2013. 40 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).



Este livro destina-se a estudantes de agronomia e a técnicos interessados na produção do trigo. A obra aborda as mais recentes tecnologias para esta cultura e é, portanto, fonte essencial de informações para o cultivo eficiente e sustentável do trigo. **TRIGO: do Plantio à Colheita** foi escrito pelos mais renomados professores e pesquisadores da espécie no Brasil. Aproveite!



Universidade Federal de Viçosa



ISBN 978-85-7269-522-0



9 788572 695220